

Departement für Nutztiere  
Klinik für Wiederkäuer, Abteilung für Nutztierchirurgie  
der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich

Vorsteher Departement für Nutztiere: Prof. Dr. med. vet. Heiner Bollwein  
Leiter Abteilung Nutztierchirurgie: Prof. Dr. med. vet. Karl Nuss

Arbeit unter wissenschaftlicher Betreuung von  
Prof. Dr. med. vet. Karl Nuss

**Klauen- und Gliedmassengesundheit sowie Cortisolkonzentrationen bei  
Milchkühen vor und nach Umstellung von Anbinde- auf Laufstallhaltung**

### **Inaugural-Dissertation**

zur Erlangung der Doktorwürde der  
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

**Simon Nogler**

Tierarzt  
von Scuol GR

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. med. vet. Karl Nuss, Referent  
Prof. Dr. med. vet. Gabriela Knubben-Schweizer, Korreferentin

**2019**



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>2. Summary</b>	<b>5</b>
<b>3. Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>4. Literaturübersicht</b>	<b>7</b>
4.1 <i>Lahmheiten in Bezug zu Haltung und Bauweise des Stalls</i>	7
4.2 <i>Sprunggelenksschäden</i>	10
4.3 <i>Klauenerkrankungen</i>	14
4.4 <i>Cortisolbestimmung in den Haaren</i>	17
<b>5. Tiere, Material und Methodik</b>	<b>20</b>
5.1 <i>Tiere und Rassen</i>	20
5.2 <i>Betrieb</i>	20
5.3 <i>Messungen der Klauen- und Gliedmassenparameter</i>	21
5.4 <i>Cortisolbestimmung aus den Schwanzhaaren</i>	25
5.5 <i>Statistik</i>	26
<b>6. Resultate</b>	<b>27</b>
6.1 <i>Tiere, Rasseverteilungen und Abgänge</i>	27
6.2 <i>Klauenhautveränderungen</i>	30
6.3 <i>Klauenhornläsionen</i>	35
6.4 <i>Cortisolwerte</i>	42
6.5 <i>Technopathien (Haarverluste, Rötungen, Erosionen)</i>	45
6.6 <i>Klauenparameter</i>	49
<b>7. Diskussion</b>	<b>66</b>
<b>8. Literaturverzeichnis</b>	<b>74</b>
<b>9. Danksagung</b>	
<b>10. Lebenslauf</b>	

## 1. Zusammenfassung

Ziel der hier vorgelegten Untersuchung war es, die Klauen- und Gliedmassengesundheit sowie den Stress von Kühen während der Umstallung von einer Anbinde- in Laufstallhaltung zu dokumentieren.

Während vier Betriebsbesuchen innerhalb von 15 Monaten erfolgte eine Befundung der Karpal- und Tarsalregionen, der Klauengesundheit und der Klauenformen. Beim zweiten Besuch wurden Haarproben entnommen und deren Cortisolgehalt retrospektiv in Haarsegmenten gemessen.

Nach der Umstallung kam es zu einer signifikanten Reduktion der Häufigkeit und Ausprägung der Karpal- und Tarsalschäden. Die Punktprävalenz der Klauenhautläsionen veränderte sich nicht. Hingegen kam es zu einer signifikanten Abnahme der Sohlengeschwüre, jedoch einer signifikanten Zunahme von Ballenhornfäule und einer Zunahme von Schädigungen der weissen Linie. Die Klauen wurden im Laufstall länger und flacher. Die Cortisolkonzentration war nach der Umstallung signifikant höher.

Die nach der Umstallung höhere Cortisolkonzentration wies auf einen erhöhten Stress im Laufstall hin. Die Klauengesundheit verschlechterte sich im Laufstall mit Ausnahme der Ballenhornfäule nicht. Die Prävalenz der Tarsal- und Karpalschäden sowie Sohlengeschwüre nahm vermutlich aufgrund der geräumigeren Tiefstreu-Liegeboxen ab. Die untersuchten Parameter unterlagen vielen betrieblichen Einflussfaktoren, so dass die Ergebnisse nicht auf andere Betriebe übertragbar sind.

## **2. Summary**

The aim of the present study was to document parameters of claw health, limb health and stress in dairy cows before and after transition from a tie-stall to a freestall barn.

During a 15 month period, four herd visits were made. Claw health and carpal and tarsal regions were assessed and the claw size measured. Tail hair samples were collected during the second visit and cortisol concentrations measured retrospectively in relevant sections of the hair.

The transition from tie stall to free stall was associated with a significant decrease in hock and carpal lesions. The point prevalence of diseases of the claw's skin remained unchanged. The point prevalence of sole ulcers decreased significantly, but that of white line disease and heel horn erosion increased, the latter significantly. In freestall housing, the claws grew longer.

The hair cortisol concentration was significantly higher in the free-stall environment.

The increase in hair cortisol concentration after transition might be indicative of increased stress in freestall housing. Claw health did not worsen in the freestall with the exception of a high prevalence of heel horn erosion. The point prevalence of hock and carpal lesions and sole ulcers decreased, presumably because of the more spacious, deep-bedded lying surface in the cubicles. The assessed parameters were subject to several farm-specific factors and therefore these results cannot be directly transferred to other dairy farms.

### 3. Einleitung

Bei der Haltung von Kühen stellen Lahmheiten aktuell ein drängendes Problem für das Tierwohl dar (Becker et al., 2014a; Huxley, 2013; Whay et al., 1998). Neben diesem vorwiegend ethischen Aspekt spielen die ökonomischen Verluste, welche durch Lahmheiten verursacht werden, für die industrialisierte Milchproduktion eine wichtige Rolle. Lahmheiten stellen eine wichtige Ursache für verringerte Leistungen und eine wichtige Abgangsursache dar (Enting et al., 1997; Cha et al., 2010). Lahmheiten begünstigen zudem weitere Erkrankungen wie Fruchtbarkeits- und Stoffwechselstörungen (Brenninkmeyer et al., 2013; Chapinal et al., 2010; Dippel et al., 2009; Kester et al., 2014; Onyiro et al., 2008).

Weltweit kann eine hohe Prävalenz von Klauenerkrankungen und Sprunggelenksschäden verzeichnet werden (Busato et al., 2000; Fulwider et al., 2007; Kielland et al., 2009; Potterton et al., 2011a; Weary und Taszkun, 2000). In der bisherigen Literatur wurden die Klauengesundheit sowie die Prävalenzen von Hautveränderungen im Klauenbereich bei Kühen in Anbindehaltung oder Laufstallhaltung untersucht (Becker et al., 2014a; Cramer et al., 2008). Auch die Prävalenzen von Technopathien bei Kühen in unterschiedlichen Haltungssystemen wurden vielfach dokumentiert (Busato et al., 2000; Potterton et al., 2011b; Regula et al., 2004). Jedoch erfolgten diese Untersuchungen nur im Anbindestall respektive im Laufstall. Arbeiten, wie sich Hornschuhläsionen, Erkrankungen der Klauenhaut sowie Technopathien nach einem Wechsel des Haltungssystems entwickeln, fehlen jedoch in der zugänglichen Literatur.

Deswegen sollte bei einem Betrieb, der von einer Anbindehaltung auf eine Laufstallhaltung umstellte, die Änderung der Punktprävalenz von Klauen- und Gliedmassenschäden bestimmt werden. Daneben bot sich die Möglichkeit, durch Cortisolbestimmung in den Schwanzhaaren Informationen über den Stress einer solchen Umstallung zu gewinnen. Aufgrund von Literaturangaben lauteten die Hypothesen zu Beginn der hier vorgelegten Untersuchung, dass die Umstellung von Anbinde- auf Laufstallhaltung einen negativen Effekt auf die Klauen- und Gliedmassengesundheit der Tiere hat und sich die Cortisolkonzentrationen in den Schwanzhaaren der Tiere nach der Umstallung erhöhen.

## **4. Literaturübersicht**

### **4.1 Lahmheiten in Bezug zu Bauweise des Stalls und zu Haltung**

Lahmheiten haben sich zu einem wichtigen gesundheitlichen Problem in der heutigen Haltung von Kühen entwickelt (Becker et al., 2014a; Chapinal et al., 2013; Dippel et al., 2009; Huxley, 2013; Rutherford et al., 2009; Somers et al., 2003; van der Tol et al., 2004). Neben Mastitiden und Fruchtbarkeitsproblemen stellen Lahmheiten die häufigsten Abgangsursachen bei Milchkühen dar (Enting et al., 1997; Weber et al., 2013).

Schmerzfreiheit ist aus Sicht der Gesetzgebung und des Tierschutzes von grosser Bedeutung und sollte für jedes Tier unabhängig von der Haltung gewährleistet sein (Bicalho und Oikonomou, 2013; Cook, 2003; Rutherford et al., 2008). Inzwischen ist allgemein anerkannt, dass Schmerzen im Gliedmassenbereich zu Lahmheiten und zu einer Einschränkung des Wohlbefindens und der Leistung von Kühen führen (Cook, 2003; Green et al., 2002; Huxley, 2013; Logue und Offer, 2001; Navarro et al., 2013; Onyiro et al., 2008; Telezhenko et al., 2009; Weber et al., 2013). Lahme Kühe verursachen für den Landwirt ökonomische Verluste (Cha et al., 2010). Die ökonomischen Verluste, welche durch eine lahme Kuh verursacht werden, setzen sich aus direkten und indirekten Kosten wie Behandlungskosten auf der einen und Milch- und Leistungsverlust auf der anderen Seite zusammen (Enting et al., 1997).

Lahmheiten treten mit unterschiedlicher Prävalenz zwischen einzelnen Ländern und Betrieben auf (Chapinal et al., 2013; Cook, 2003; Dippel et al., 2009; Green et al., 2002; Zahid et al., 2014), nähern sich aber einem durchschnittlichen Anteil von 30 % an. Sie kommen vor allem bei Hochleistungskühen häufig vor (Deluyker et al., 1991; Green et al., 2002; Onyiro et al., 2008; Rutherford et al., 2008, 2009; Weber et al., 2013). Ältere Tiere (Dippel et al., 2009; Haskell et al., 2006; Rutherford et al., 2009; Weber et al., 2013) und Tiere mit Läsionen an den Gliedmassen zeigen signifikant mehr Lahmheiten als junge Tiere (Haskell et al., 2006). Die Sauberkeit der Tiere spielt offensichtlich eine grosse Rolle für die Entwicklung von Lahmheiten (Rutherford et al., 2009). Kühe mit verdrecktem Euter haben ein 1.86 Mal grösseres Risiko eine Lahmheit zu entwickeln als Kühe mit sauberem Euter (Becker et al., 2014b). Auch Tiere mit einem niedrigen Body Condition Score weisen vermehrt Lahmheiten auf (Becker et al., 2014b; Dippel et al., 2009; Espejo et al., 2006; Huxley, 2013; Onyiro et al., 2008).

Lahmheiten treten mit einer höheren Wahrscheinlichkeit und stärkerer Ausprägung bei falschem Management auf (Amory et al., 2006; Chapinal et al., 2013; Zurbrigg et al., 2005b). So entwickeln Tiere, welche in Laufställen ohne Auslauf gehalten werden, gemäss mehreren Untersuchungen im Herbst und Winter häufiger Lahmheiten als Tiere in einem Laufstall mit Auslauf (Cook, 2003; Onyiro et al., 2008; Rutherford et al., 2009). Werden die Kühe ganzjährig im Stall gehalten, weisen sie eine höhere Prävalenz von Gliedmassen- und Klauenerkrankungen auf als Tiere mit regelmässigem Weideauslauf (Becker et al., 2014a; Chapinal et al., 2013; Haskell et al., 2006; Hernandez-Mendo et al., 2007; Somers et al., 2003). Regelmässiger Weidegang zeigt einen positiven Effekt auf die Klauengesundheit (Chapinal et al., 2013; Hernandez-Mendo et al., 2007; Navarro et al., 2013; Rutherford et al., 2009).

Bei Betrieben mit geringerer Belegdichte und regelmässiger Klauenpflege kann eine tiefere Lahmheitsprävalenz als bei Betrieben mit hoher Belegdichte und ohne regelmässige Klauenpflege festgestellt werden (Amory et al., 2006; Chapinal et al., 2013; Espejo und Endres, 2007; Rutherford et al., 2009). Unsachgemässe Klauenpflege kann zu Lahmheiten führen (Vermunt, 1999; Zurbrigg et al., 2005a).

Nebst dem Management spielt auch die Bauweise der Stallungen eine zentrale Rolle für das Auftreten von Lahmheiten (Cook, 2003; Haskell et al., 2006; Potterton et al., 2011a; Weary und Taszkun, 2000). Durch die Zunahme von Laufställen mit Liegeboxen und grösseren Tierzahlen je Bestand hat die Häufigkeit von Lahmheiten zugenommen (Cook, 2003; Haskell et al., 2006; Kielland et al., 2009; Nuss und Weidmann, 2013). Lahmheiten führen zu verlängerten Liegezeiten (Chapinal et al., 2010; Navarro et al., 2013; Walker et al., 2008) und dadurch auch zu vermehrt Schäden an schwach gepolsterten und hervorstehenden Körperregionen wie dem Sprunggelenk, dem Karpalgelenk oder der Hüfte (Nuss und Weidmann, 2013; Rutherford et al., 2008; Weary und Taszkun, 2000; Zaffino Heyerhoff et al., 2014). Fehler im Stallbau führen sowohl zu direkten Verletzungen (Kielland et al., 2009) als auch zu Störungen des Aufsteh- und Abliegevorgangs, was wiederum zu Läsionen an stark beanspruchten Körperregionen führt (Dippel et al., 2009; Fulwider et al., 2007; Zaffino Heyerhoff et al., 2014). Gewebsschäden, die durch eine fehlerhafte Stalleinrichtung entstehen werden Technopathien genannt (Nuss und Weidmann, 2013). Als fehlerhafte Einrichtung gilt unter anderem ein zu harter und abrasiver Boden, welcher die Klauen zu stark abnutzt (Calamari et al., 2009; Frankena et al., 2009; Haskell et al., 2006; Kielland et al., 2009). Auch hervorstehende scharfe Objekte und Kanten im Stall oder im Liegebereich führen zu direkten Verletzungen (Brenninkmeyer et al., 2013; Potterton et al., 2011a). Durch eine angepasste



Grösse der Liegeboxen, und einer angepassten Einstreu sollen viele Technopathien vermieden werden können (Dippel et al., 2009; Fulwider et al., 2007; Haskell et al., 2006; Nuss und Weidmann, 2013; Potterton et al., 2011a; Regula et al., 2004).

In der Schweiz werden die minimalen Grössen der Liegebereiche gesetzlich vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) vorgegeben. Sie müssen an die jeweilige Grösse des Tieres angepasst sein, wobei die Widerristhöhe den limitierenden Faktor darstellt (Technische Weisung über die Tierschutz-Grundkontrollen in Tierhaltung mit Rindern, Schafen, Ziegen, Schweinen, Pferden, Lamas/Alpakas, Kaninchen und/oder Geflügel, 2013). Milchkühe bevorzugen grössere Liegeboxen und zeigen in solchen längere Liegezeiten als in kleineren Boxen (Tucker et al., 2004). Das Sprunggelenk und das Karpalgelenk sind am häufigsten von Technopathien und druckbedingten Gewebsschäden betroffen (Nuss und Weidmann, 2013; Rutherford et al., 2008; Weary und Taszkun, 2000). Bezüglich Einstreu in den Liegebereichen gibt es unterschiedliche Angaben. Kühe suchen Strohboxen bevorzugt auf und liegen in solchen auch länger als in Sandboxen (Norrington et al., 2008). Nach anderen Autoren zeigen sie eine längere und häufigere Liegezeit in Boxen mit Sandeinstreu (Calamari et al., 2009; Lombard et al., 2010).

Sand scheint hinsichtlich Klauen- und Gliedmassengesundheit die bessere Einstreu für Liegeboxen zu sein als Stroh, sofern dieser nicht zu grobkörnig ist und regelmässig aufgefüllt wird (Fulwider et al., 2007; Norrington et al., 2008).

Nach einigen Autoren (Chapinal et al., 2013; Cook, 2003) ist die Lahmheitsprävalenz bei Boxen mit Sandeinstreu geringer als bei anderen Einstreumaterialien, während andere Untersuchungen eine tiefere Lahmheitsprävalenz bei einer Stroheinstreu feststellen (Frankena et al., 2009; Rutherford et al., 2009). Neben der Art der Einstreu ist es ebenso wichtig, dass diese regelmässig erneuert und aufgelockert wird, damit Unregelmässigkeiten beseitigt werden, welche zu einem direkten Kontakt zwischen Boden und dem Körper der Kühe und somit zu Läsionen führen können (Fulwider et al., 2007; Nuss und Weidmann, 2013). Für die minimale Tiefe der Einstreu, egal ob es sich dabei um Sand, Stroh oder Sägemehl handelt, wird eine Tiefe von 25 cm empfohlen (Chapinal et al., 2013; Nuss und Weidmann, 2013; Weary und Taszkun, 2000). Betriebe mit Matten in den Liegeboxen haben mehr Lahmheiten zu verzeichnen als solche mit Sand- oder Stroheinstreu (Dippel et al., 2009; Fulwider et al., 2007). In der Praxis sind alle 3 Unterlagen einsetzbar, sofern bestimmte wichtige Aspekte berücksichtigt werden (Fulwider et al., 2007).

Bei Kühen, die das ganze Jahr auf Tiefstreu oder auf der Weide gehalten werden, treten Technopathien seltener auf als bei Kühen ohne Einstreu und Weidemöglichkeiten (Haskell et al., 2006; Keil et al., 2006; Rutherford et al., 2008).

## **4.2 Sprunggelenksschäden**

Bei Sprunggelenksschäden wird zwischen Haarverlust, Hautschädigung und Schwellung am oder des Sprunggelenkes unterschieden (Nuss und Weidmann, 2013; Potterton et al., 2011a). Die Läsionen sind vor allem medial und lateral im Bereich des Tuber calcanei oder lateral des Sprunggelenkes lokalisiert (Fulwider et al., 2007; Weary und Taszkun, 2000). Mit Ausnahme von Hautschäden treten die Veränderungen an den Hintergliedmassen häufig bilateral auf (Potterton et al., 2011b; Weary und Taszkun, 2000).

Sowohl in Europa (Busato et al., 2000; Kielland et al., 2009; Potterton et al., 2011a) als auch in Amerika (Fulwider et al., 2007; Weary und Taszkun, 2000) ist eine hohe Prävalenz von Sprunggelenksschäden zu verzeichnen. Potterton et al. (2011b) untersuchten 6896 Tiere auf Schäden im Bereich des Sprunggelenkes. Von diesen 6896 Tieren wiesen 87.4 % Haarverluste, 18.1 % Hautschäden und 25.3 % mittlere oder deutliche Schwellungen am Sprunggelenk auf (Potterton et al., 2011b). Die Prävalenz hat bedenkliche Ausmasse angenommen und ist bezüglich des Wohlbefindens der Kühe als nicht akzeptabel einzustufen (Kester et al., 2014; Rutherford et al., 2008). Eine negative Korrelation zwischen dem Wohlbefinden der Kühe und der Ausprägung der Sprunggelenksschäden scheint zu bestehen (Fulwider et al., 2007; Haskell et al., 2006; Rutherford et al., 2008; Zaffino Heyerhoff et al., 2014). Die Schädigungen sind daher sowohl aus ökonomischer als auch aus ethischer Sicht von grosser Bedeutung (Green et al., 2002; Logue und Offer, 2001; Rutherford et al., 2008). „Lahmheiten“ an sich stellen wiederum ein Risikofaktor für die Entwicklung von Technopathien am Sprunggelenk dar (Fulwider et al., 2007; Kester et al., 2014; Kielland et al., 2009; Lim et al., 2015; Potterton et al., 2011a; Zurbrigg et al., 2005a). Lahme Tiere zeigen ein verändertes Aufsteh- und Niederlegeverhalten und bleiben deswegen länger liegen, weshalb es zu einem längeren Kontakt zwischen Haut und hartem Boden kommt (Brenninkmeyer et al., 2013; Chapinal et al., 2010; Dippel et al., 2009; Kester et al., 2014; Onyiro et al., 2008).

Hinsichtlich der Risikofaktoren für Sprunggelenksschäden kann kein Faktor als alleinige Ursache für alle drei Arten von Sprunggelenksschäden verifiziert werden (Potterton et al., 2011a). Im Gegensatz zu Haarverlust und Hautschäden welche häufig zusammen auftreten

(Potterton et al., 2011b), scheinen für die Schwellungen am Tarsus andere Risikofaktoren verantwortlich zu sein (Potterton et al., 2011a; Potterton et al., 2011b). Eine lineare Progression von Haarverlust zu Hautschäden oder Schwellungen am Sprunggelenk wird daher als unwahrscheinlich angesehen (Potterton et al., 2011a).

Ursächliche Faktoren können in management- und tierbedingte Faktoren unterteilt werden (Brenninkmeyer et al., 2013; Potterton et al., 2011a). Sprunggelenksschäden haben eine hohe Prävalenz in Betrieben mit Hochleistungskühen und entsprechender intensiver Produktion (Rutherford et al., 2008). So treten Sprunggelenksschäden vor allem bei Milchkühen auf, welche ausschliesslich oder zum grössten Teil im Stall gehalten werden (Barrientos et al., 2013; Burow et al., 2013; Haskell et al., 2006; Kester et al., 2014; Laven und Livesey, 2011; Rutherford et al., 2008). Die Länge des Zeitraumes der Stallhaltung zeigt eine positive Korrelation mit dem Auftreten von Sprunggelenksschäden (Lim et al., 2015; Rutherford et al., 2008). Kühe aus Betrieben mit Anbindehaltung sind davon häufiger betroffen als solche aus Laufstallhaltung (Busato et al., 2000; Regula et al., 2004; Zurbrigg et al., 2005a). Im Gegensatz zu längeren Weidegängen (50 Stunden pro Monat), führen zeitlich kürzere aber häufigere Weidegänge nicht zu einer Abnahme von Läsionen am Tarsus (Keil et al., 2006). Sprunggelenksschäden weisen auch eine Saisonalität auf, mit grösserer Prävalenz in den Herbst- und Wintermonaten (Kielland et al., 2009). Mit zunehmender Bestandesgrösse kann eine höhere Prävalenz von Läsionen am Tarsus festgestellt werden (Barrientos et al., 2013; Regula et al., 2004; Rutherford et al., 2008). In Anbindehaltung weisen Tiere vermehrt Sprunggelenksschäden bei zu kurzer Anbindekette und elektrischem „Kuhtrainer“ auf (Zurbrigg et al., 2005b).

Ställe mit kleineren und kürzeren Boxen haben eine grössere Prävalenz an Gliedmassenschäden als diejenigen mit grösseren Boxen (Fulwider et al., 2007; Kielland et al., 2009; Regula et al., 2004; Weary und Taszkun, 2000; Zaffino Heyerhoff et al., 2014). Als Folge der zu kurzen Liegebereiche kommt es zum Kontakt zwischen den Hintergliedmassen und dem rauen und abrasiven Stallboden, wodurch die Schäden entstehen (Keil et al., 2006; Kielland et al., 2009). Längere und grössere Liegeboxen ermöglichen den Tieren eher ein artgerechteres Aufstehverhalten, vor allem abhängig von der Distanz zwischen Nackenrohr und hinterer Abgrenzung der Liegefläche (Keil et al., 2006; Zaffino Heyerhoff et al., 2014; Zurbrigg et al., 2005a). Grosse Liegeboxen sind aber tendenziell stärker kotverschmutzt (Tucker et al., 2004). Zu starke Gefälle der Liegeflächen sollen ebenfalls zu vermehrt Schäden im Bereich des Sprunggelenkes führen (Haskell et al., 2006; Nuss und Weidmann, 2013; Potterton et al., 2011a).

Eine grosse Bedeutung, neben Grösse, Gefälle und Länge der Boxe, hat auch der freie Raum vor dem Kopf des Tieres, welcher für den Kopfschwing beim Aufstehen gedacht ist (Rutherford et al., 2008). Eine Mindestlänge von 0.7 Meter für den Kopfraum wird empfohlen (Haskell et al., 2006). Die Inzidenz von Sprunggelenkschäden wird um 21 % gesenkt, wenn bei den Boxen eine hintere erhöhte Abgrenzung, welche die Einstreu an Platz hält, vorhanden ist (Brenninkmeyer et al., 2013). Zusammenhänge zwischen geringerem Platzangebot an der Futterkrippe, kleinerer Fläche pro Kuh sowie dem Grad der Verschmutzung der Stallgänge und dem Auftreten von Sprunggelenksschäden sind nachgewiesen (Rutherford et al., 2008). Liegeboxen mit einer Länge von mehr als 2.6 Metern zeigen einen negativen Einfluss auf die Gesundheit der Sprunggelenke (Kielland et al., 2009).

Neben der Boxengrösse hat auch die Oberfläche des Stallbodens und des Liegebereiches einen grossen Einfluss auf die Entwicklung von Läsionen am Tarsus (Chapinal et al., 2014; Keil et al., 2006; Kielland et al., 2009; Lombard et al., 2010; Potterton et al., 2011a; Rutherford et al., 2008). Zudem spielt die Art der Liegefläche eine grosse Rolle bei der Entwicklung und Ausprägung von Sprunggelenksschäden (Brenninkmeyer et al., 2013; Haskell et al., 2006; Keil et al., 2006; Nuss und Weidmann, 2013; Potterton et al., 2011a; Rutherford et al., 2008; Zaffino Heyerhoff et al., 2014). So sollen Tiere mit einer Sandeinstreu (Norrington et al., 2008; Weary und Taszkun, 2000; Zaffino Heyerhoff et al., 2014) oder einer Stroheinstreu im Liegebereich weniger Schäden am Sprunggelenk zeigen als solche mit Sägemehl als Einstreu oder Betonboden als Laufunterlage (Barrientos et al., 2013; Keil et al., 2006; Lombard et al., 2010; Potterton et al., 2011a; Rutherford et al., 2008; Vokey et al., 2001). Dieser positive Effekt der Stroheinstreu wird aber nur bei Langstroh erreicht (Haskell et al., 2006; Lim et al., 2015; Nuss und Weidmann, 2013; Potterton et al., 2011a; Rutherford et al., 2008). Die Sandeinstreu soll im Vergleich zu Stroheinstreu zu einer weniger starken Ausprägung der Läsionen führen, und schon vorhandene Läsionen heilen in bisher durchgeführten Untersuchungen schneller ab (Norrington et al., 2008; Vokey et al., 2001). Sand polstert gut und passt sich der Tierkontur an (Vokey et al., 2001; Zaffino Heyerhoff et al., 2014). Weiterhin bietet er eine gewisse Traktion, die das Aufstehen und Niederlegen der Tiere positiv beeinflussen soll (Calamari et al., 2009; Cook, 2003) und trocknet schnell, wodurch die Haut weniger durch Feuchtigkeit geschädigt wird (Barrientos et al., 2013). Ausschlaggebend für die Entwicklung von Läsionen am Tarsus ist nicht nur die Art der Einstreu, sondern vor allem die Tiefe der Einstreu, wobei eine tiefere Einstreu eine niedrigere Prävalenz von Sprunggelenksschäden zur Folge hat (Barrientos et al., 2013; Brenninkmeyer et al., 2013; Fulwider et al., 2007; Kester et al., 2014). Bei einer Schichtdicke des Sandes

unter 5 cm sind die Läsionen an den Tarsalgelenken stärker ausgeprägt als wenn die Einstreutiefe mehr als 5 cm beträgt (Weary und Taszkun, 2000). Gummimatten als Unterlage im Liegebereich führen zu einem Anstieg der Inzidenz für Sprunggelenksschäden sowie deren Ausprägung (Fulwider et al., 2007; Lim et al., 2015; Lombard et al., 2010; Weary und Taszkun, 2000). Als mögliche Ursache für vermehrt auftretende Läsionen wird eine vermehrte Wärmeentwicklung beim Aufstehen oder Niederlegen und entsprechender ungenügender Tiefe der Einstreu zur Diskussion gestellt (Nuss und Weidmann, 2013). Die Wärmeentwicklung soll einen verstärkten Haarverlust und eine Auflockerung der Haut zur Folge haben, weshalb diese anfälliger für Schäden wird (Nuss und Weidmann, 2013; Weary und Taszkun, 2000).

Die Züchtung von grösseren und leistungsstärkeren Tieren hat ebenfalls zu einer Zunahme von Sprunggelenksschäden geführt (Haskell et al., 2006; Kielland et al., 2009). Milchleistung, Trächtigkeitsstadium, Alter und Rasse der Kühe stellen weitere Risikofaktoren für die Entwicklung von Sprunggelenksschäden dar (Burow et al., 2013; Kielland et al., 2009; Lim et al., 2015; Rutherford et al., 2008; Zaffino Heyerhoff et al., 2014). Kühe zu Beginn der Laktation (Busato et al., 2000; Nuss und Weidmann, 2013; Zaffino Heyerhoff et al., 2014), oder Kühe mit über 5 Laktationen weisen eine höhere Prävalenz auf als jüngere Tiere (Kielland et al., 2009; Rutherford et al., 2008; Weary und Taszkun, 2000). Je früher ein Tier belegt wird, desto grösser ist nach Rutherford et al. (2008) das Risiko, dass sich Sprunggelenksschäden entwickeln. Ältere Tiere zeigen eine stärkere Ausprägung der Läsionen (Weary und Taszkun, 2000) und auch vermehrt Lahmheiten (Haskell et al., 2006). Milchviehrassen haben aufgrund ihres Körperbaus in Zusammenhang mit der Aufstallung ein höheres Risiko als Fleisch- oder Zweinutzungsrasen, Sprunggelenksschäden zu entwickeln (Burow et al., 2013; Keil et al., 2006). Ein tieferer Body Condition Score korreliert bei Laufstallkühen positiv mit der Prävalenz von Sprunggelenksschäden (Kielland et al., 2009; Nuss und Weidmann, 2013; Potterton et al., 2011a). In einer anderen Untersuchung wurde hingegen bei Kühen mit einem hohen Body Condition Score häufiger Läsionen an den Tarsalgelenken festgestellt als bei Kühen mit einem tieferen Body Condition Score (Brenninkmeyer et al., 2013). Schäden am Sprunggelenk stellten zudem ein Faktor für die Entwicklung von Karpalschäden, Zitzenverletzungen und Hautläsionen an anderen Körperstellen dar (Regula et al., 2004).

### 4.3 Klauenerkrankungen

Klauenerkrankungen sind in den heutigen Haltungsformen von grosser Bedeutung (Busato et al., 2000; Manske et al., 2002b; Murray et al., 1996; Somers et al., 2003; van der Tol et al., 2004; Vermunt und Greenough, 1996). Bis zu 70 % der untersuchten Kühe erkrankten einmal im Jahr an mindestens einer Klauenläsion (Somers et al., 2003; van der Linde et al., 2010; van der Waaij et al., 2005). Läsionen an den Klauen nehmen den weitaus grössten Anteil an den Lahmheitsursachen beim Rind ein und führen zu hohen wirtschaftlichen Verlusten (Becker et al., 2014a; Häggman und Juga, 2013; Navarro et al., 2013; Somers et al., 2003; Telezhenko et al., 2009; van der Waaij et al., 2005).

Klauenläsionen können in Klauenerkrankungen mit infektiösen Komponenten und in mechanisch-traumatischen Klauenerkrankungen eingeteilt werden (Bicalho und Oikonomou, 2013; Somers und O’Grady, 2015).

Ballenhornfäule, Dermatitis digitalis, Dermatitis interdigitalis, Defekte in der weissen Linie, Sohlenblutungen und Sohlengeschwüre stellen heutzutage die am häufigsten festgestellten Klauenläsionen dar (Becker et al., 2014a; Cramer et al., 2008; Manske et al., 2002b; Murray et al., 1996; Somers und O’Grady, 2015; Somers et al., 2003; van der Waaij et al., 2005; Weber et al., 2013; Zahid et al., 2014) (Tab. 1). Die Häufigkeit von Dermatitis digitalis hat weltweit im Verlauf der Jahre deutlich zugenommen und kommt in vielen Betrieben endemisch vor (Becker et al., 2014a; Manske et al., 2002b; Rügsegger, 2011; Somers et al., 2003).

Tab. 1: Prävalenzen der häufigsten Klauenerkrankungen auf Einzeltierebene in der Schweiz, in Kanada und in Schweden

	<b>Schweiz</b>	<b>Kanada</b>	<b>Schweden</b>
<b>Ballenhornfäule</b>	34.2 %	8.3-8.4 %	41.0 %
<b>Dermatitis digitalis</b>	29.1 %	9.3-22.9 %	2.3-27.0 %
<b>Defekte der weissen Linie</b>	80.7 %	1.6-7.2 %	32.8 %
<b>Sohlenblutungen</b>	27.9 %	7.1-11.1 %	100 %
<b>Sohlengeschwüre</b>	11.5 %	4.7-9.3 %	8.6 %

Schweiz: Becker et al., 2014b; Kanada: Cramer et al., 2008; Schweden: Manske et al., 2002b

Nach manchen Untersuchungen zeigen Klauenerkrankungen eine Tendenz zur Saisonalität und treten häufiger in den Winter- als in den Sommermonaten auf (Manske et al., 2002b; Murray et al., 1996). Nach einer Klauenpflege in den Herbstmonaten, vor Einstellung der Tiere durchgeführt, können im Frühling weniger Klauenläsionen nachweisbar sein (Manske et al., 2002a).

Nicht alle Klauenerkrankungen führen zu einer klinisch sichtbaren Lahmheit (Bielfeldt et al., 2005; Manske et al., 2002a, b; Somers und O'Grady, 2015; van der Tol et al., 2004; Zahid et al., 2014). Beschrieben werden lahmheitsfreie Tiere, bei denen die Klauen dolent auf Druck reagierten und keine offensichtlichen Läsionen festgestellt werden können (Becker et al., 2014a, b). Dennoch weisen lahme Kühe signifikant mehr Klauenerkrankungen auf als lahmheitsfreie Kühe (Becker et al., 2014b; Frankena et al., 2009; Somers und O'Grady, 2015; Weber et al., 2013). Von den diagnostizierten Klauenläsionen führen Sohlengeschwüre am häufigsten zu einer klinisch sichtbaren Lahmheit (Chapinal et al., 2009; Flower et al., 2006; Hernandez-Mendo et al., 2007; Manske et al., 2002b; Murray et al., 1996; Whay et al., 1998). Meist werden Kombinationen von Klauenerkrankungen diagnostiziert, und nur in seltenen Fällen handelt es sich um einzeln vorkommende Klauenläsionen (Manske et al., 2002b; Rüeeggesser, 2011; Somers und O'Grady, 2015).

An den Hintergliedmassen werden häufiger Klauenläsionen festgestellt als an den Vordergliedmassen (Chapinal et al., 2009; Cramer et al., 2008; Manske et al., 2002b; Murray et al., 1996; Somers und O'Grady, 2015). Dabei sind die lateralen Klauen der Hintergliedmassen häufiger von Hornläsionen betroffen als die medialen Klauen, während an den Vorderbeinen eher die medialen Klauen häufiger erkranken (Manske et al., 2002b; Murray et al., 1996; Somers und O'Grady, 2015; Vokey et al., 2001; Zurbrigg et al., 2005a). Eine mögliche Erklärung für die häufigere Erkrankung der lateralen Klauen der Hinterbeine ist, dass während der Fortbewegung 80 % des Körpergewichtes auf ihnen lastet und sie vermehrt dem Mist und der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, wodurch die Qualität des Horns schlechter wird (Gregory et al., 2006; Hultgren und Bergsten, 2001; Manske et al., 2002a; van der Tol et al., 2004; Zurbrigg et al., 2005a). Andererseits lastet auf den Innenklauen der Vorderbeine mehr Gewicht, was die höhere Erkrankungsquote bedingen kann.

Risikofaktoren für Klauenläsionen können weiterhin in betriebsspezifische und tierspezifische Faktoren eingeteilt werden (Becker et al., 2014b; Bielfeldt et al., 2005; Laursen et al., 2009; van der Linde et al., 2010). Betriebsspezifische Faktoren sind Laufunterlage, Einstreu, Art der Haltung, Bestandesgrösse und Boxengrösse (Barker et al., 2009; Bielfeldt et al., 2005; Norring et al., 2008; Somers et al., 2003; Telezhenko et al., 2009; Weber et al., 2013).

Die Bodenbeschaffenheit beeinflusst am stärksten die Funktion und den Abrieb der Klauen (Nuss et al., 2014; Telezhenko et al., 2009). Eine harte Laufunterlage wie Betonboden stellt ein Risikofaktor für die Entwicklung von Lahmheiten und Klauenerkrankungen dar (Bicalho und Oikonomou, 2013; Somers et al., 2003; van der Tol et al., 2003; Vokey et al., 2001). Ein Betonboden führt bei einer abrasiven Oberfläche oft zu einer starken Rückbildung der Hohlkehlung (Telezhenko et al., 2009) und zu einem Anstieg der Prävalenz von Sohlengeschwüren (van Amstel et al., 2004) respektive Sohlenblutungen (Kremer et al., 2007). Bei Ställen, die Gummimatten als Laufunterlage für die Kühe verwenden, kann eine erhöhte Inzidenz von Sohlengeschwüren nachgewiesen werden (Kremer et al., 2007). In Betrieben mit Stroheinstreu werden in mehreren Untersuchungen eine niedrigere Prävalenz von Klauenerkrankungen festgestellt als in Betrieben, welche keine Stroheinstreu verwendeten (Frankena et al., 2009; Somers et al., 2003). Die Inzidenzrate von Defekten in der weissen Linie ist bei einer Stroheinstreu und übermässiger Bewegung auf hartem Untergrund im Vergleich zur Haltung auf Spaltenboden erhöht (Bielfeldt et al., 2005; Somers et al., 2003). Sand in den Liegeboxen führt zu einer besseren Klauengesundheit als Stroh (Norrington et al., 2008). In manchen Untersuchungen (Bielfeldt et al., 2005; Somers et al., 2003) haben Kühe, welche in einer Anbindehaltung gehalten werden, und Kühe ohne Auslauf signifikant höhere Prävalenzen für Klauenerkrankungen als Kühe in Laufstallhaltung, während in anderen Untersuchungen das Gegenteil festgestellt wurde (Cramer et al., 2008; Sogstad et al., 2005). Zwischen der Herdengrösse und der Prävalenz von Dermatitis digitalis sowie Defekten in der weissen Linie kann eine positive Korrelation nachgewiesen werden (Barker et al., 2009). Ein Betonboden, Laufstallhaltung und mit Mist verschmutzte Lauf- und Liegebereiche führen zu einer erhöhten Prävalenz von Dermatitis digitalis (Barker et al., 2009; Cramer et al., 2008; Somers et al., 2005). Bei erstkalbenden Kühen ist die Prävalenz von Dermatitis digitalis höher als bei älteren Kühen (Somers et al., 2005).

Die Beschaffenheit und Grösse der Liegeflächen in den Boxen und die Fütterung haben einen starken Einfluss auf die Entwicklung von Klauenerkrankungen (Amory et al., 2006; Barker et al., 2009; Becker et al., 2014b; Zurbrigg et al., 2005a). Wird zusätzlich Kalk in der Einstreu verwendet, führt dies zu vermehrten Klauenläsionen (Barker et al., 2009). Längere Stehzeiten auf hartem Untergrund führen zu einem Anstieg der Inzidenz von Sohlengeschwüren (Leonard et al., 1994). Haben Kühe schon Sohlengeschwüre entwickelt, zeigen sie verkürzte Stehzeiten (Chapinal et al., 2009; Navarro et al., 2013). Eine regelmässige und korrekt durchgeführte Klauenpflege, regelmässiger Weidegang und trockene Einstreu verbessern die Klauengesundheit und erweisen sich als gute präventive Massnahmen gegen klinische



Klauenerkrankungen (Becker et al., 2014a, b; Bergsten, 2001; Bielfeldt et al., 2005; Chapinal et al., 2013; Cramer et al., 2008; Frankena et al., 2009; Kremer et al., 2007; Manske et al., 2002a; Somers et al., 2005; van der Tol et al., 2004).

Tierspezifische Faktoren, welche zu einer erhöhten Prävalenz von Klauenerkrankungen führen, sind das Gewicht, die Rasse und das Alter der Kühe (Becker et al., 2014b; Bielfeldt et al., 2005; Busato et al., 2000; Kremer et al., 2007; Manske et al., 2002b; Weber et al., 2013). Kühe mit einem hohen Body Condition Score (BCS) zeigen weniger Klauenerkrankungen als solche mit tieferem BCS (Becker et al., 2014b; Busato et al., 2000; Manske et al., 2002b). In Untersuchungen wurde festgestellt, dass die meisten Klauenläsionen eine schwache Vererblichkeit aufweisen und die Prävalenz hauptsächlich durch tierunabhängige Faktoren beeinflusst wird (Häggman und Juga, 2013; Laursen et al., 2009; van der Linde et al., 2010; van der Waaij et al., 2005). Weber et al. (2013) beschreibt jedoch eine genetische Prädisposition bestimmter Rassen für Klauenläsionen. So zeigen Braunviehkühe in Untersuchungen eine bessere Klauengesundheit als Red-Holstein-Kühe oder Holstein-Friesian-Kühe (Becker et al., 2014b; Holzhauer et al., 2006). Ältere Kühe entwickeln häufiger Klauenhorndefekte als jüngere Tiere (Barker et al., 2009; Bielfeldt et al., 2005; Chapinal et al., 2009; van der Waaij et al., 2005; Vokey et al., 2001; Weber et al., 2013).

#### **4.4 Cortisolbestimmung in den Haaren**

Chronischer Stress soll zu einer Beeinträchtigung des Wohlbefindens und der Produktivität der Tiere führen (Carroll und Burdick Sanchez, 2014; Moya et al., 2013). Krankheiten, schlechte Haltungsbedingungen, Transporte, Umstellungen und Geburten stellen Stresssituationen für die Tiere dar (Comin et al., 2011; Comin et al., 2013; Moya et al., 2013). Stress führt zu einer Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse und regen dadurch die Cortisolsynthese an, wodurch die Cortisolkonzentrationen höher sind als bei gesunden Tieren (Comin et al., 2011; Comin et al., 2013; Mormede et al., 2007; Moya et al., 2013). Aus diesen Gründen kann Cortisol als biologischer Marker zur Messung des Ausmasses von Stress eingesetzt werden (Burnett et al., 2014; Comin et al., 2011). Die Cortisolbestimmung kann aus Blut, Speichel und Kot erfolgen, jedoch ist bisher nur aus den Haaren eine Bestimmung der Cortisolkonzentration über eine länger zurückliegende Zeitspanne möglich (Burnett et al., 2014; Burnett et al., 2015; Comin et al., 2011, Comin et al., 2012; Comin et al., 2013; Gonzalez-de-la-Vara et al., 2011; Moya et al., 2013; Peric et al., 2013). Der genaue Mechanismus der Einlagerung des Cortisols in den Haarschaft ist noch

unklar (Kirschbaum et al., 2009). Eine mögliche Erklärung ist, dass über passive Diffusion das Cortisol vom Blut in proliferierende Zellen des Haarfollikels gelangt (Boumba et al., 2006; Comin et al., 2011; Comin et al., 2013). Der Zyklus des Haarwachstums kann sowohl beim Menschen als auch beim Tier in eine anagene (Wachstums-), katagene (Übergangs-) und telogene (Ruhe-)Phase eingeteilt werden. Die Einlagerung von Substanzen in den Haarschaft beim Menschen findet verstärkt während der anagenen Wachstumsphase des Haares statt, da zu diesem Zeitpunkt der kapilläre Blutfluss rund um den Haarfollikel am stärksten ist (Boumba et al., 2006).

Weitere Vorteile der Haaranalysen sind eine nicht-invasive und somit stressfreie Probengewinnung (Burnett et al., 2014; Gonzalez-de-la-Vara et al., 2011; Moya et al., 2013). Der circadiane Rhythmus des Verlaufes der Cortisolkonzentrationen und kurzfristige Änderungen, wie zum Beispiel durch die Probengewinnung, haben laut Braun et al. (2017a), Comin et al. (2012) sowie Comin et al. (2013) keinen Einfluss auf die Konzentrationen des Cortisols in den Haaren. Die Cortisolkonzentrationen in den Schwanzhaaren korrelieren am stärksten mit den Konzentrationen im Speichel und Fäces (Moya et al., 2013). Der Einfluss der Saisonalität auf die Cortisolsynthese – im Winter höher als im Sommer – ist noch unzureichend belegt (Comin et al., 2011).

Die Cortisolkonzentration in den Haaren ist auch abhängig von der Pigmentierung der Haare (Burnett et al., 2014; Peric et al., 2013), der Entnahmestelle (Burnett et al., 2014; Moya et al., 2013) und dem Alter der Tiere (Burnett et al., 2014). In Haaren mit weniger Pigment werden höhere Cortisolwerte als in dunkleren Haaren nachgewiesen (Burnett et al., 2014; Gonzalez-de-la-Vara et al., 2011). Die Wachstumsrate der Haare und somit die Cortisolkonzentration ist in Abhängigkeit von der Körperstelle unterschiedlich. Für die Bestimmung der Cortisolkonzentrationen in den Haaren sollen sich die Schwanzhaare aus verschiedenen Gründen am besten eignen (Moya et al., 2013). Haare am Schwanz wachsen schneller, da sie längere anagene Phasen haben als solche im Bereich der Schulter oder der Hüfte und daher höhere Werte als Haare der übrigen Körperstellen aufweisen (Burnett et al., 2014; Moya et al., 2013). Weiterhin sind sie länger, so dass ein grösserer Zeitraum verfolgt werden kann. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Cortisolkonzentration und dem Vorhandensein einer Krankheit und dem Lebensalter besteht (Burnett et al., 2015). Gesündere (Gonzalez-de-la-Vara et al., 2011) sowie jüngere Tiere weisen eine niedrigere Cortisolkonzentration (Burnett et al., 2015) als ältere oder kranke Tiere auf (Comin et al., 2013). Nach einer anderen Untersuchung zeigen jüngere Tiere jedoch höhere Cortisolkonzentrationen als ältere Tiere (Gonzalez-de-la-Vara et al., 2011). Die Laktationsdauer soll eine negative und die

Milchleistung eine positive Korrelation zur Cortisolkonzentration in den Haaren haben (Burnett et al., 2015). Zuletzt kann bei verschiedenen Spezies eine Cortisolproduktion durch die Haut nachgewiesen werden, jedoch nicht bei Wiederkäuern (Peric et al., 2013).

## 5. Tiere, Material und Methodik

### 5.1 Tiere

In den Jahren 2015 und 2016 sollten alle Kühe eines Betriebes einmal vor und dreimal nach der Umstallung von einem Anbindestall in einen Laufstall bezüglich der Klauen- und Gliedmassenveränderungen untersucht werden. Auf dem Betrieb wurden Braunviehkühe, Holstein-Friesian-Kühe und Red-Holstein-Kühe gehalten.

Im Untersuchungszeitraum wurden die laktierenden Kühe bei jedem der vier Besuche hinsichtlich der unten näher aufgeführten Parameter untersucht. Hochträchtige Tiere wurden zeitweise in einen anderen Stall mit Tiefstreu umgestallt und daher nicht untersucht. Kühe, die zum Zeitpunkt der ersten Vermessung im Abkalbestall waren, wurden an den darauffolgenden Betriebsbesuchen aufgrund der fehlenden Ausgangswerte des ersten Besuches nicht vermessen. Falls die Tiere zu einem späteren Betriebsbesuch hochträchtig und in der Abkalbebox untergebracht waren, wurden sie von diesem Messtermin, jedoch nicht vollständig von der Untersuchung ausgeschlossen. In Abhängigkeit und als Folge der Umstallung kam es während der Messperiode zu Abgängen und Zugängen von Tieren. Neuzugänge wurden nicht in die Studie aufgenommen, weil für diese Tiere keine Ausgangswerte für die Zeit vor der Laufstallhaltung vorhanden waren. Als Konsequenz konnten nicht alle Tiere nach dem ersten Betriebsbesuch bei jedem der drei nachfolgenden Betriebsbesuche berücksichtigt werden.

### 5.2 Betrieb

Der **Anbindestall** war für 68 Tiere konzipiert. Von den Liegeplätzen waren 25 mit einer verformbaren Komfortgummimatte ausgestattet. Bei den übrigen 43 Plätzen war eine nicht verformbare Gummimatte vorhanden. Die Plätze waren 190 cm lang und wiesen eine Breite zwischen 111 und 118 cm auf. Das Gefälle der Liegeflächen betrug zwischen 0,4° bis 2°. Als Einstreu wurde reichlich Langstroh verwendet, welches täglich erneuert wurde. Die Einstreutiefe variierte von Platz zu Platz, hatte jedoch in jedem Fall etwa 5-10 cm Tiefe. Die Liegeflächen gingen ohne spezielle Abgrenzung in die Kotrinne über. Im Anbindestall hatte jeweils die Hälfte der Kühe jeden zweiten Tag Auslauf im Freien. Im Winter bestand dieser aus einem Freilauf mit Betonboden und im Sommer wurden sie auf die Weide gelassen.

Der **Laufstall** war mit einem Auslauf, einem Fressbereich und 52 Liegeboxen ausgestattet. Es handelte sich um einen Offenstall. Sowohl in den Gängen zwischen den Boxen als auch zwischen Boxen und der Futterkrippe waren Gummimatten als Bodenunterlage über den Betonboden ausgelegt. Der Auslauf bestand aus einem Betonboden. Der Auslauf und die Zwischengänge waren jeweils mit automatischen Mistschiebern ausgerüstet. Die 52 Liegeboxen waren in 4 Abteilungen unterteilt, nämlich zwei Abteilungen mit je 14 Liegeplätzen, welche in zwei Reihen zu jeweils 7 Plätzen untergeteilt waren, und zwei Abteilungen zu je zwei mal 6 Plätzen. Die einzelnen Liegeboxen hatten eine Länge von 200 cm und eine Breite von 120 cm. Die hintere Begrenzung der Boxen stellte ein Holzrahmen dar. Jede Boxe war durch einen Abtrennbügel von der nächsten abgegrenzt. Die Einstreu der Liegeboxen bestand aus einem ca. 15-20 cm tiefen Gemisch aus kurzgehäckselttem Stroh, Erde, Mist und Kalk. Die Tiere wurden jeweils morgens und abends zum Melken zusammengetrieben. Die Kühe hatten neben dem permanent zur Verfügung stehenden Aussenbereich mit Betonboden vor dem Melken im Sommer noch zusätzlich jeden Tag Weidegang auf der am Betrieb angrenzenden Weide.

Die Klauenpflege wurde sowohl im Anbindestall als auch im Laufstall zwei bis drei Mal im Jahr sowie nach Bedarf durchgeführt. Die Klauenpflege wurde immer vom gleichen professionellen Klauenpfleger, der Mitglied in der Schweizer Klauenpfleger-Vereinigung war, durchgeführt. Falls eine Kuh Lahmheitsanzeichen zeigte, wurde sie ausserhalb der geplanten Pflegetermine in den Klauenstand genommen und die Klauen gepflegt und wenn nötig vom Klauenpfleger behandelt; falls als erforderlich erachtet, wurde der Privattierarzt hinzugezogen. Während des Untersuchungszeitraumes wurde kein Einfluss auf das Klauenpflege- und -behandlungsmanagement ausgeübt.

### **5.3 Messungen der Klauen- und Gliedmassenparameter**

Die erste Untersuchung erfolgte im Anbindestall, 15 Tage vor Umstallung in den Laufstall. Dabei erfolgte die Vermessung der Klauendimensionen und die Beurteilung der Klauen- und Gliedmassengesundheit der Kühe. Die zweite Untersuchung erfolgte 19 Wochen nach der ersten Messung, respektive 17 Wochen nach Umstallung. Die dritte Untersuchung erfolgte 22 Wochen nach der zweiten. Nach weiteren 19 Wochen wurde die vierte und letzte Untersuchung durchgeführt (Abb. 1). Der Untersuchungszeitraum begann am 26. 05. 2015 und endete am 19. 07. 2016.

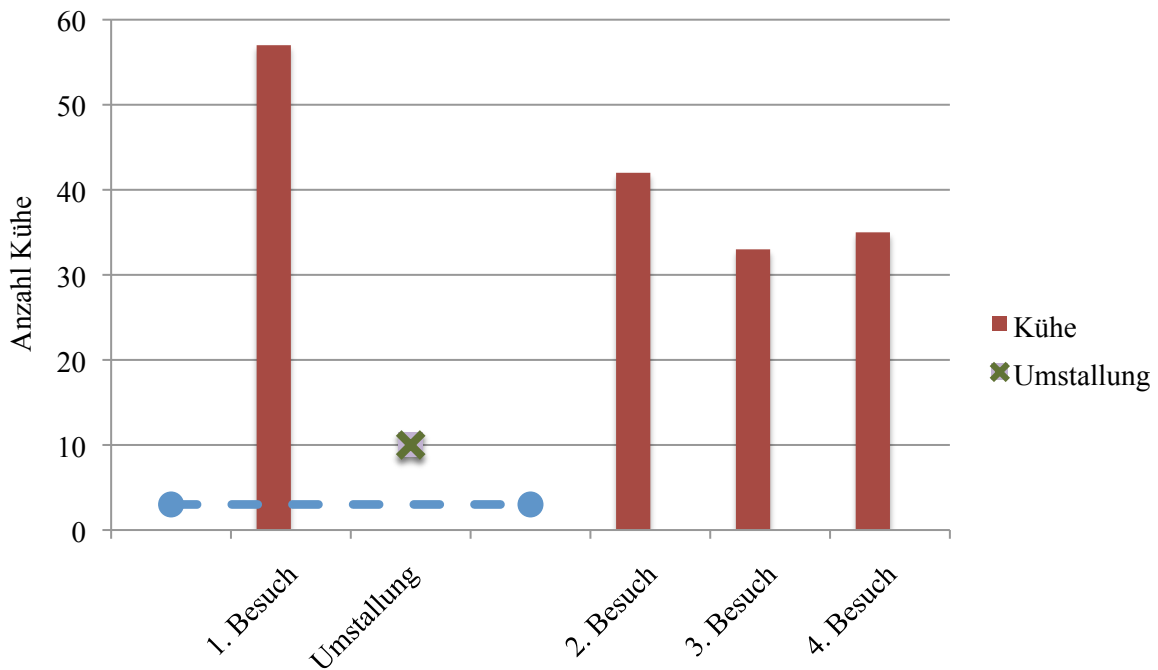


Abb. 1: Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufs. Anzahl der Kühe während der Besuche, Zeitpunkt der Umstellung (Kreuz) sowie Zeitfenster der Cortisolmessung (gestrichelte Linie); Abstände nicht massstabsgerecht.

Für die Messungen wurden alternierend zwei Kühe in zwei handelsübliche, einfache Klauenstände geführt, so dass laufend gemessen werden konnte. Eine Person (P1) führte die Kühe aus dem Stall und fixierte sie im Klauenstand; danach nahm sie die Messungen des Umfangs der Karpal- und Tarsalgelenke vor und half bei der Klauenpflege. Eine weitere Person (P2) war für den Messablauf verantwortlich, notierte das Signalement sowie die entsprechende Ohrmarkennummer, registrierte alle Messwerte und dokumentierte die Läsionen. Eine dritte Person (P3) fotografierte die Kühe und die Klauen, nahm die Klauenmessungen vor und beurteilte die Klauengesundheit. Die vierte Person (P4) half beim Einfangen und der Fixation der Kühe und führte die Klauenpflege durch. Dabei wurde der Gang der Kühe durch P2 auf eventuell vorhandene Lahmheiten (an einem Bein) oder unregelmässiger Gang (bei Schonung mehrerer Beine) beurteilt und das Ergebnis schriftlich festgehalten. Die Lahmheitsbeurteilung erfolgte beim Führen in den Klauenstand und wurde nach einem fünfstufigen Schema durchgeführt (0 = gesund, 1 = undeutlich geringgradig lahm, 2 = geringgradig lahm, 3 = deutlich geringgradig lahm, 4 = mittelgradig lahm, 5 = hochgradig lahm). Sobald die Tiere im Klauenstand waren, erfolgte die fotografische Dokumentation der Ohrmarken sowie eventuell vorhandener Technopathien (Abb. 2) und des Zustandes der

Klauen (P3). Die Zuteilung der jeweiligen Arbeiten auf die entsprechenden Personen war an allen 4 Besuchen, mit einer unten angeführten Ausnahme, identisch.



Abb. 2: Beispiel der Dokumentation einer Technopathie am Tarsalgelenk einer Kuh (links = erster Messtermin; rechts = vierter Messtermin). Die Dekubitalstelle am Kalkaneus ist abgeheilt, die haarlose Stelle am Tarsus ist kleiner geworden.

Der Umfang des Karpus und des Tarsus wurde am stehenden Tier mit Hilfe eines flexiblen Massbandes gemessen. Der Tarsusumfang wurde anhand eines Massbands stets vier Finger breit distal des Tuber calcanei abgelesen; als Normwert wurde der Median aller Messungen von allen Tieren angesehen. Da die Karpalgelenke weniger häufig als die Tarsalgelenke klinisch verändert erschienen, wurde der Umfang des Karpus nur bei klinisch auffälligen Fällen an der weitesten Stelle gemessen. Zudem wurden bei je einer Kuh der Rasse Braunvieh, Holstein-Friesian und Red Holstein, welche sich am Tierspital Zürich wegen anderer Erkrankungen als denen des Bewegungsapparats in Behandlung befanden, der Umfang des Karpus zum Vergleich erhoben. Bereiche mit Haarverlust oder Erosion der Haut am Karpus und Tarsus wurden in schematischen Darstellungen farblich festgehalten. Dieses Schema der Dokumentation von Veränderungen des Tarsus wurde demjenigen von Potterton et al. (2011) abgeleitet. So wurden Haarverluste und Erosionen in drei Grade eingeteilt. Als Grad eins galt eine Erosion oder ein Haarverlust von  $< 2$  cm Durchmesser. Falls die Erosion oder der Haarverlust zwischen 2 und 2.5 cm betrug, wurde sie als Grad zwei eingestuft. War die Erosion oder der Haarverlust grösser als 2.5 cm im Durchmesser, war es eine Veränderung



dritten Grades. Für die Messung der Veränderungen an den Karpalgelenken als auch an den Tarsalgelenken wurde das gleiche Schema verwendet. Gemessen wurde der Durchmesser des Haarverlustes respektive der Hauterosion an der breitesten Stelle der jeweiligen Veränderung. Zur Beurteilung der Klauenform wurden die Klauen der linken Vorder- und der rechten Hintergliedmasse vermessen. Erhoben wurden bei jedem Besuch die Dorsalwandlänge, der Dorsalwandwinkel, die Ballenlänge, die Ballenhöhe, die Ballenbreite, die Sohlenlänge, die Sohlenbreite und die Klauenlänge. Am stehenden Tier wurde zunächst die Messung des Dorsalwandwinkels mit einem automatischen Winkelmesser (Toolcraft, Conrad Electronic SE, 92240 Hirschau), nach Entfernung von Kotverschmutzungen an der Dorsalwand mit dem Rücken des Klauenmessers und vorheriger Eichung auf planem Boden, durchgeführt. Im Anschluss wurden die zu messenden Gliedmassen nacheinander aufgezogen und die Klauen vor der Datenerhebung mechanisch mit einem stumpfen Klauenmesser gereinigt. Danach wurden sie von lateral und von der Sohle (Abb. 3) her fotografiert.



Abb. 3: Beispiel des Zustands der Klauen der rechten Hintergliedmasse einer Kuh (links = erster Messtermin; rechts = vierter Messtermin), vor Klauenpflege. Stark ausgeprägte Ballenhornfäule und längere Klauen am vierten Messtermin.



Die Messung der verschiedenen Klauenwerte erfolgte mit Hilfe einer mechanischen Schublehre (Präzisions-Schieblehre INOX, Messbereich 0 - 150 mm, Auflösung 0.02 mm). Die Erhebung der Klauenwerte erfolgte nach dem Vorgehen von Nuss und Paulus (2006). Die ermittelten Werte der Klauen wurden auf dem Betrieb schriftlich in einer selbst entwickelten Tabelle notiert und zu einem späteren Zeitpunkt zunächst in eine Excel-Tabelle (Microsoft Office, Microsoft Corporation, Redmont, USA) und später in eine SPSS-Tabelle (IBM SPSS Version 22, IBM Corporation) übertragen. Die Klauenmessungen wurden mit Ausnahme des dritten Messtermins durch die gleiche Person (P3) durchgeführt. Bei der dritten Messung fand die Vermessung durch einen in das Messprinzip unterwiesenen und in der Klauenpflege ausgebildeten Tierarzt statt. Die funktionelle Klauenpflege erfolgte nach der Befunderhebung. Neben der funktionellen Klauenpflege wurden auch eventuell vorhandene Klauenläsionen durch den Klauenpfleger unter tierärztlicher Aufsicht behandelt und versorgt. Falls im Anschluss an die Messungen während der Klauenpflege Klauenerkrankungen festgestellt wurden, wurden diese ebenfalls schriftlich festgehalten und behandelt. Nach der Klauenpflege wurde erneut der Gang bezüglich Lahmheiten und unregelmässigem Gang beurteilt.

## **5.4 Corstisolbestimmung aus den Schwanzhaaren**

Die Entnahme der Schwanzhaare fand zum Zeitpunkt des zweiten Messtermines 17 Wochen nach der Umstallung statt. Mindestens 9.1 cm lange Haarproben wurden mittels Scherenschlag unmittelbar an der Hautoberfläche an der Schwanzspitze gewonnen. Für die Markierung des haarwurzelseitigen Endes wurde dort ein Klebeband angebracht. Die Aufbewahrung erfolgte lichtgeschützt und luftdicht in Kotbechern. Die Kotbecher wurden mit der Nummer des jeweiligen Halsbandes der Kühe gekennzeichnet. Vor der Analyse wurden die einzelnen Haarproben lichtgeschützt in handelsüblicher Aluminiumfolie in Kotbechern getrocknet.

Hinsichtlich des Cortisolgehalts ausgewertet werden sollten die drei Zeiträume vor, während und nach der Umstallung. Für diese Analyse wurden die Schwanzhaare in 3 Segmente zu jeweils 2.1 cm Länge unterteilt. Diese Längenabschnitte repräsentierten Zeiträume von 6 Wochen, die anhand des Haarwuchses abgeschätzt worden waren. Für die Haarwachstumsrate wurden die Werte von Burnett et al. (2014) verwendet. Die Wachstumsrate beträgt danach 1.4 cm pro Monat, 0.35 cm pro Woche und 0.5 mm pro Tag.

Das erste Segment (= ältestes Segment) umfasste die Zeitspanne 9 bis 3 Wochen vor Umstallung, was die Anbindehaltung repräsentierte und dem Zeitabschnitt vom 24.03.2015

bis 04.05.2015 entsprach. Das Segment war zum Zeitpunkt der Probenentnahme mindestens 7 cm von der Hautoberfläche entfernt. Das zweite Segment (= mittleres Segment) beinhaltete die 6 Wochen zum Zeitpunkt der Umstallung (3 Wochen vorher und 3 Wochen nachher) und repräsentierte den Zeitabschnitt vom 05.05.2015 bis zum 15.06.2015; der Abstand zur Hautoberfläche betrug mindestens 4.9 cm. Das letzte Segment (= jüngstes Segment) umfasste den Zeitraum von 3 bis 9 Wochen nach Umstallung, was der Zeitspanne vom 16.06.2015 bis 28.07.2015 entsprach. Somit wurden 3 x 6 Wochen, allerdings ohne zeitlichen Abstand zueinander, ausgewertet.

Die Cortisolkonzentration in den Haaren wurde am Zentrum für Forensische Haaranalytik des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Zürich bestimmt. Dabei wurde die von Binz et al. (2016) beschriebene Methode verwendet.

## **5.5 Statistik**

Die statistische Auswertung der Daten, die Erstellung der Tabellen und der Abbildungen erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS® (IBM SPSS Statistics, International Business Machines Corporation, Armonk, New York, USA) und mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel® (Microsoft Office, Microsoft Corporation, Redmont, USA). Von allen Werten wurde zunächst eine deskriptive Statistik erstellt.

Für die Auswahl der statistischen Tests wurde der Entscheidungsbaum der Methodenberatung der Universität Zürich verwendet ([www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse.html](http://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse.html)).

Lineare Daten, wie die Cortisolkonzentrationen in den Schwanzhaaren und die Werte für die Klauenparameter, wurden mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung untersucht. Für die Ermittlung signifikanter Unterschiede bei abhängigen und normal verteilten linearen Daten wurde der t-Test für verbundene Stichproben verwendet und die Mittelwerte verglichen. Die Werte für nicht normal verteilte Daten wurden mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test weiter auf signifikante Unterschiede hin untersucht und für Vergleiche der Median verwendet. Die Kontingenzanalyse der nominalen Daten wurde mit dem Pearson-Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Wurden zwischen zwei unabhängigen Gruppen auf signifikante Unterschiede hin untersucht, wurde der Man-Whitney-U-Test verwendet. Der Kruskal-Wallis-Test wurde verwendet, wenn signifikante Unterschiede zwischen drei Gruppen berechnet werden sollten. Als Signifikanzlevel wurde bei allen Tests ein p-Wert von  $< 0.05$  angesehen.

## 6. Resultate

### 6.1 Tiere, Rasseverteilungen und Abgänge

Beim ersten Betriebsbesuch konnten 57 Kühe vermessen werden. Dabei handelte es sich um 21 (36.8 %) Braunviehkühe, 18 (31.6 %) Holstein–Friesian-Kühe und 18 (31.6 %) Red–Holstein-Kühe. Die Anzahl der Tiere sowie die Rassenverteilung waren in den folgenden Besuchen aufgrund von Abgängen und Trockenstellung jeweils unterschiedlich (Tab. 2 und Abb. 4).

Beim vierten und letzten Besuch waren noch 40 der ursprünglich 57 in die Untersuchung aufgenommenen Tiere auf dem Betrieb gemeldet. Vermessen werden konnten beim vierten Messtermin jedoch nur 35 Tiere, da fünf Tiere galt und zu diesem Zeitpunkt nicht auf dem Betrieb waren.

Tab. 2: Rasseverteilung über Untersuchungszeitraum (x/y = Anzahl der Kühe/Gesamtzahl der zu vermessenden Kühe auf dem Betrieb)

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Braunvieh</b>	21/57 (36.8 %)	16/42 (38.0 %)	11/33 (33.3 %)	13/35 (37.1 %)
<b>Holstein-Friesian</b>	18/57 (31.6 %)	13/42 (31.0 %)	11/33 (33.3 %)	10/35 (28.6 %)
<b>Red-Holstein</b>	18/57 (31.6 %)	13/42 (31.0 %)	11/33 (33.3 %)	12/35 (34.3 %)

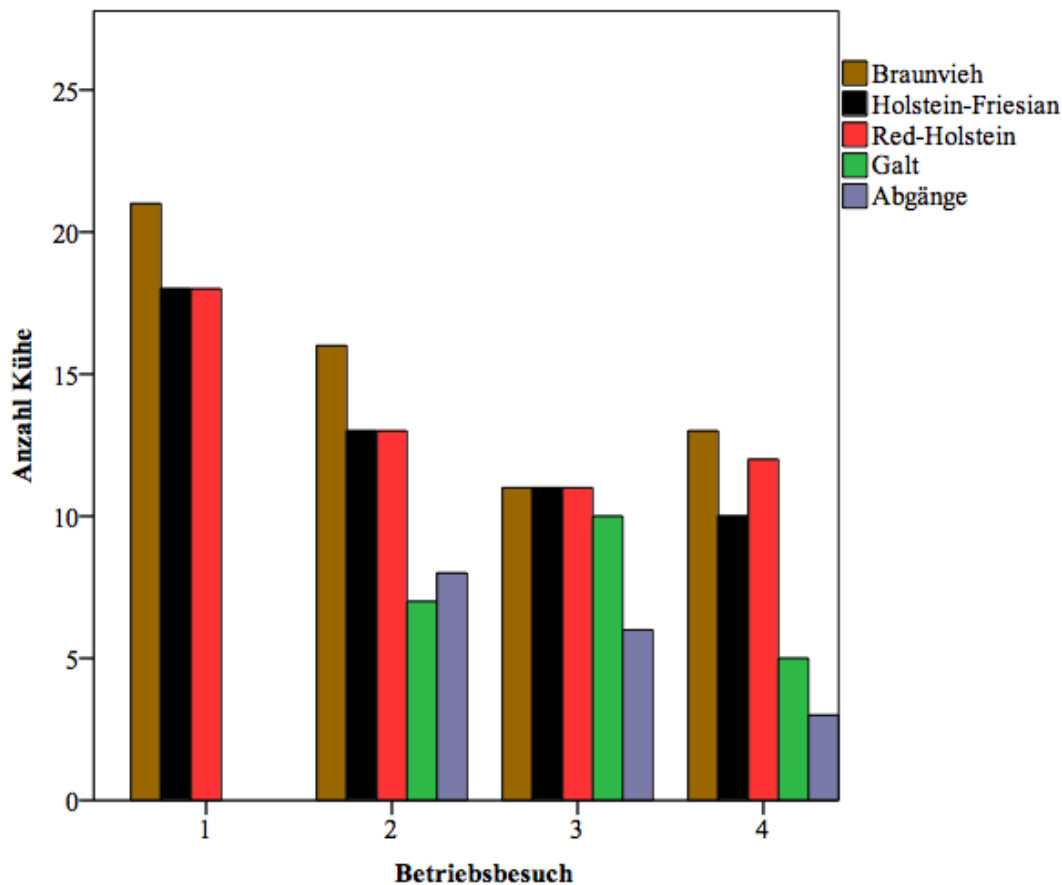


Abb. 4: Anzahl der untersuchten Kühe nach Rassen, der nicht untersuchten Galkühe sowie der bereits abgegangenen Kühe während der vier Untersuchungstermine

Als „Abgänge“ wurden Kühe bezeichnet, die zwischen Besuchsterminen entweder verkauft oder geschlachtet wurden und dadurch nicht weiter vermessen werden konnten. Während des gesamten Untersuchungszeitraumes gingen insgesamt 17 Tiere (32.0 %) ab. Davon wurden 12 Kühe im Untersuchungszeitraum geschlachtet und 5 Tiere verkauft (Tab. 3).

Tab. 3: Art und Anzahl der Abgänge im Untersuchungszeitraum

	Abgang nach 1. Termin	Abgang nach 2. Termin	Abgang nach 3. Termin	Abgänge insgesamt
<b>Schlachtung</b>	5	5	2	12
<b>Verkauf</b>	3	1	1	5
<b>Insgesamt</b>	8	6	3	17

Zwischen den Besuchen waren die Abgänge in Bezug auf die Rassen unterschiedlich (Tab. 4). Von den beiden Holstein-Rassen gingen jeweils mehr Kühe ab als von der Braunviehrasse.

Tab. 4: Abgänge nach Rassen im Untersuchungszeitraum

	Abgang nach 1. Termin	Abgang nach 2. Termin	Abgang nach 3. Termin	Abgänge insgesamt
<b>Braunvieh</b>	2	3	/	5
<b>Holstein-Friesian</b>	4	2	/	6
<b>Red-Holstein</b>	2	1	3	6

Von den 12 geschlachteten Kühen gehörten je vier den drei Rassen an. Zwei Tiere wurden nach dem ersten Besuch wegen eines Traumas (eine Kuh war im Laufstall ausgegrätscht und war festliegend, und eine Kuh wurde mit Verdacht auf angerissene Achillessehne notgeschlachtet), eine Kuh wegen einer nicht näher definierten Lahmheit, eine Kuh wegen hoher Zellzahlen in der Milch und eine weitere wegen schlechter Fruchtbarkeit und schlechter Milchqualität geschlachtet. Zwischen dem zweiten und dritten Untersuchungstermin waren eine Kuh als Folge von Klauenproblemen und vier Kühe aufgrund hoher Milchezellzahlen oder Unfruchtbarkeit geschlachtet worden.

Nach dem dritten Besuch wurde eine Kuh mit Verdacht auf eine Reticuloperitonitis traumatica und eine Kuh wegen hoher Zellzahlen geschlachtet (Abb. 5).

Von den 12 ausgemerzten Tieren litten 9 Tiere an Klauenhautveränderungen und 7 Tiere an Klauenhornläsionen. Bei 6 der ausgemerzten Tiere konnte gleichzeitig sowohl eine Hautveränderung und eine Hornläsion im Klauenbereich festgestellt werden. Die Läsionen und Veränderungen waren in dem vor dem Abgang durchgeführten Besuch festgestellt worden.

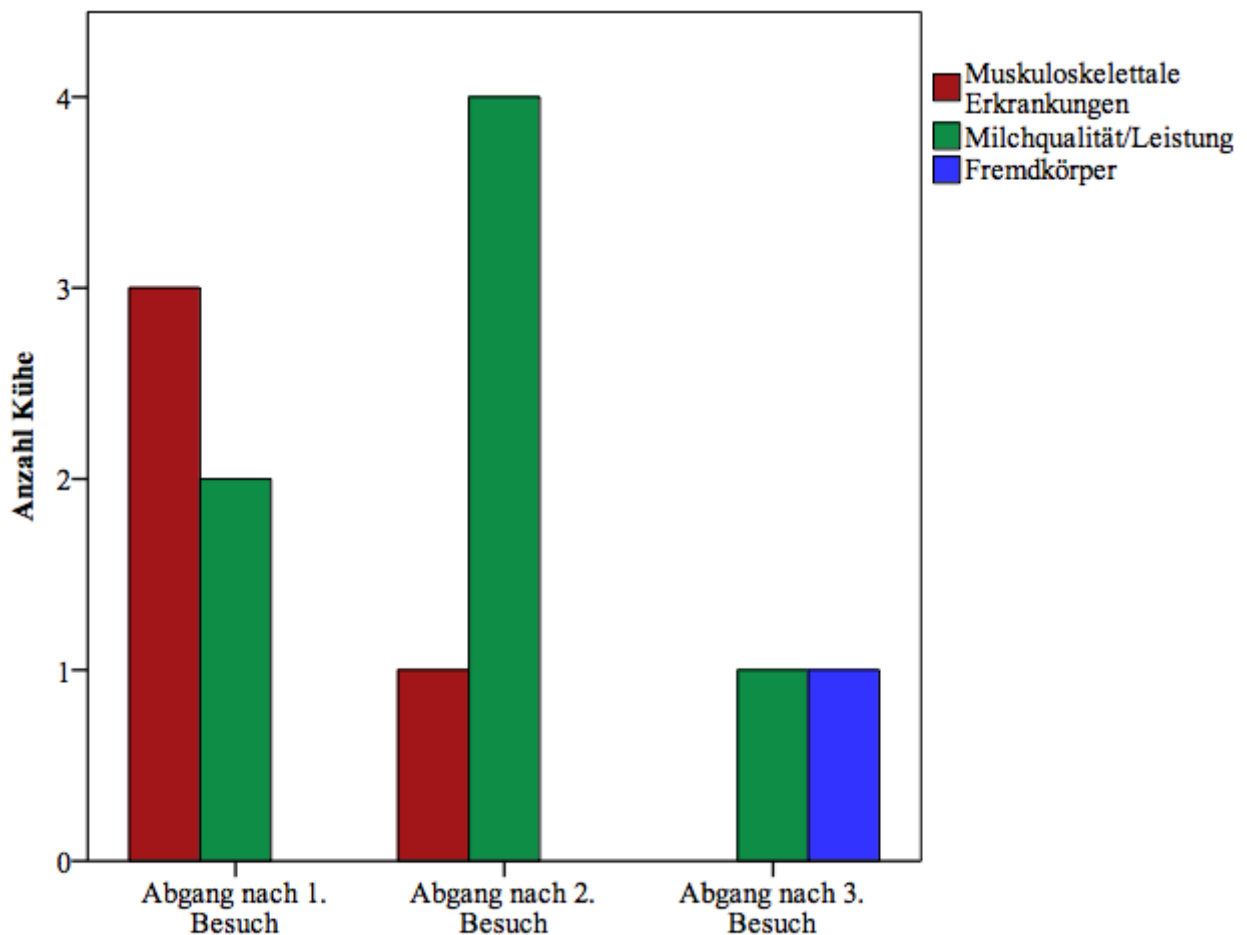


Abb. 5: Verteilung der Abgangsursachen im Untersuchungszeitraum

Im Verlauf der Untersuchungen wurden 9 Kühe einmal (8 Kühe gingen nach dem ersten Besuch ab und eine Kuh war beim zweiten Messtermin galt gestellt und wurde vor dem dritten Messtermin ausgemerzt), 7 Kühe zweimal, 20 dreimal und 21 viermal vermessen.

## 6.2 Klauenhautveränderungen

Als Klauenhautveränderung wurden alle Stufen der Dermatitis digitalis, der Phlegmona interdigitalis und der Hyperplasia interdigitalis gezählt, sowie Kombinationen der genannten Veränderungen.

Beim ersten Besuch wurde bei 28 Kühen (49.1 %) mindestens eine dieser Hauterkrankungen nachgewiesen. Die Punktprävalenz der Kühe, welche an einer oder mehreren Veränderungen der Haut im Klauenbereich erkrankt waren, variierte zwischen den Messterminen. Beim zweiten Besuch betrug die Prävalenz von Kühen mit Klauenhautveränderungen 42.9 %. Die niedrigste Prävalenz konnte beim dritten Besuch festgestellt werden. Zu diesem Zeitpunkt

wiesen 36.4 % der vermessenen Kühe eine oder mehrere Hauterkrankungen an den Klauen auf. Beim vierten Besuch waren bei 45.7 % der Kühe Klauenhautveränderungen vorhanden. Insgesamt nahm die Prävalenz vom ersten Besuch bis zum vierten Besuch leicht ab. Die Unterschiede zwischen den Prävalenzen beim ersten und dem letzten Besuch waren statistisch nicht signifikant.

An den vier Messterminen war die Anzahl an Klauenhautveränderungen betroffener Gliedmassen jeweils unterschiedlich (Tab. 5).

Tab. 5. Anzahl der Klauenhautveränderungen pro Kuh und Gliedmassen

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe ohne Klauenhautveränderungen/Kühe insgesamt</b>	29/57 (50.9 %)	24/42 (57.1 %)	21/33 (63.6 %)	19/35 (54.3 %)
<b>Kühe mit nur einer betroffenen Gliedmasse/Kühe insgesamt</b>	8/57 (14.0 %)	11/42 (26.2 %)	9/33 (27.3 %)	8/35 (22.9 %)
<b>Kühe mit zwei betroffenen Gliedmassen/Kühe insgesamt</b>	16/57 (28.1 %)	6/42 (14.3 %)	3/33 (9.1 %)	7/35 (20.0 %)
<b>Kühe mit drei betroffenen Gliedmassen/Kühe insgesamt</b>	3/57 (5.3 %)	1/42 (2.4 %)	/	1/35 (2.9 %)
<b>Kühe mit vier betroffenen Gliedmassen/Kühe insgesamt</b>	1/57 (1.7 %)	/	/	/

Beim ersten Messtermin wurden 59 Veränderungen an der Klauenhaut bei insgesamt 28 Kühen festgestellt. Die Anzahl an Tieren mit Veränderungen der Haut im Klauenbereich sowie die Art und Anzahl der jeweiligen Veränderungen variierte im Verlauf der weiteren Untersuchungen (Tab. 6). Bei allen Besuchen konnte aber sowohl an den Vordergliedmassen als auch an den Hintergliedmassen die Dermatitis digitalis als häufigste Klauenhautveränderung festgestellt werden.

Tab. 6: Art, Anzahl und Anteil der Klauenhautveränderungen an Vorder- und Hintergliedmassen an den verschiedenen Untersuchungsterminen

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe mit Klauenhautveränderungen /Kühe insgesamt</b>	28/57 (49.1 %)	18/42 (42.9 %)	12/33 (36.4 %)	16/35 (45.7 %)
<b>Klauenhautveränderungen insgesamt</b>	59 (100 %)	28 (100 %)	17 (100 %)	27 (100 %)
<b>Dermatitis digitalis (DD)</b>	52 (88.1 %)	24 (85.7 %)	14 (82.3 %)	23 (85.2 %)
<b>Hyperplasia interdigitalis</b>	6 (10.2 %)	4 (14.3 %)	2 (11.8 %)	3 (11.1 %)
<b>Phlegmona interdigitalis</b>	1 (1.7 %)	/	1 (5.9 %)	1 (3.7 %)

Von Klauenhautveränderungen waren beim ersten Besuch die Hintergliedmassen zu 71.4 % und die Vordergliedmassen zu 28.6 % betroffen (Tab. 7). Die Verteilung der Klauenhautveränderungen auf die Gliedmassen variierte im Untersuchungszeitraum. Am häufigsten war bei allen Besuchen der Befund „nur die Hintergliedmassen von Klauenhautveränderungen betroffen“ zu erheben.

Tab. 7: Verteilung der Klauenhautveränderungen auf die Vorder- und Hintergliedmassen im Untersuchungszeitraum

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe mit Klauenhautveränderungen /Kühe insgesamt</b>	28/57 (49.1 %)	18/42 (42.9 %)	12/33 (36.4 %)	16/35 (45.7 %)
<b>Kühe mit Klauenhautveränderungen nur an den Vordergliedmassen</b>	/	2 (11.1 %)	/	1 (6.2 %)
<b>Kühe mit Klauenhautveränderungen nur an den Hintergliedmassen</b>	20 (71.4 %)	15 (83.4 %)	12 (100 %)	14 (87.5 %)
<b>Kühe mit Klauenhautveränderungen an den Vorder- und Hintergliedmassen</b>	8 (28.6 %)	1 (5.5 %)	/	1 (6.2 %)



Bis auf eine Kuh, welche beim ersten Messtermin an beiden Vordergliedmassen eine Dermatitis digitalis in Kombination mit einer Hyperplasia interdigitalis aufgewiesen hatte, konnten an den Vordergliedmassen an den restlichen Messterminen nur Veränderungen im Sinn von Dermatitis digitalis festgestellt werden.

An den Hintergliedmassen konnte bei allen vier Untersuchungen nebst den Klauenhautveränderungen, die an den Vordergliedmassen diagnostiziert wurden, noch weitere Hautveränderungen der Klauenhaut festgestellt werden (Tab. 8).

Wie an den Vordergliedmassen wurde auch an den Hintergliedmassen am häufigsten Dermatitis digitalis befundet.

Tab. 8: Art, Anzahl und Anteil der Hautveränderungen im Klauenbereich an den Hintergliedmassen

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe mit Klauenhautveränderungen /Kühe insgesamt</b>	28/57 (49.0 %)	18/42 (42.9 %)	12/33 (36.4 %)	16/35 (45.7 %)
<b>Klauenhautveränderungen an den Hintergliedmassen insgesamt</b>	47 (100 %)	25 (100 %)	17 (100 %)	25 (100 %)
<b>Dermatitis digitalis (DD)</b>	42 (89.4 %)	21 (84.0 %)	14 (82.3 %)	21 (84.0 %)
<b>Hyperplasia interdigitalis</b>	4 (8.5 %)	4 (16.0 %)	2 (11.8 %)	3 (12.0 %)
<b>Phlegmona interdigitalis</b>	1 (2.1 %)	/	1 (5.9 %)	1 (4.0 %)

Im Untersuchungszeitraum konnte bei mehreren Kühen mehr als eine Klauenhautveränderung festgestellt werden (Tab. 9). Bei jedem Besuch konnten neben Kühen mit Klauenhautveränderungen auch solche ohne Klauenhautveränderungen festgestellt werden.

Prozentual erfolgte eine Zunahme der Kühe mit nur einer Klauenhautveränderung, während es bei mehr als einer Klauenhautveränderung pro Kuh zu einer Senkung der Punktprävalenz kam.

Tab. 9: Anzahl Klauenhautveränderungen pro Kuh im Untersuchungszeitraum

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe ohne Klauenhautveränderungen /Kühe insgesamt</b>	29/57 (50.9 %)	24/42 (57.1 %)	21/33 (63.6 %)	19/35 (54.3 %)
<b>Kühe mit 1 Klauenhautveränderung /Kühe insgesamt</b>	7/57 (12.3 %)	9/42 (21.4 %)	8/33 (24.2 %)	8/35 (22.9 %)
<b>Kühe mit 2 Klauenhautveränderungen /Kühe insgesamt</b>	16/57 (28.1 %)	8/42 (19.0 %)	3/33 (9.1 %)	6/35 (17.1 %)
<b>Kühe mit 3 Klauenhautveränderungen /Kühe insgesamt</b>	4/57 (7.0 %)	1/42 (2.4 %)	1/33 (3.0 %)	1/35 (2.9 %)
<b>Kühe mit 4 Klauenhautveränderungen /Kühe insgesamt</b>	/	/	/	1/35 (2.9 %)
<b>Kühe mit 8 Klauenhautveränderungen /Kühe insgesamt</b>	1/57 (1.7 %)	/	/	/

Zwischen der Rasse und dem Auftreten von Hautveränderungen im Klauenbereich konnte ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden ( $p < 0.01$ , Chi<sup>2</sup>-Test). Die Gruppe der Red-Holstein-Kühe und die der Holstein-Friesian-Kühe hatten jeweils höhere Punktprävalenzen als die der Braunviehkühe.

Die Punktprävalenz innerhalb einer Rasse war bei den einzelnen Besuchen unterschiedlich hoch (Abb. 6). Sowohl die absolute Anzahl als auch der prozentuale Anteil der Klauenhautveränderungen war stets bei den Kühen der Rasse Holstein-Friesian und Red Holstein höher als bei denen der Braunviehrasse.

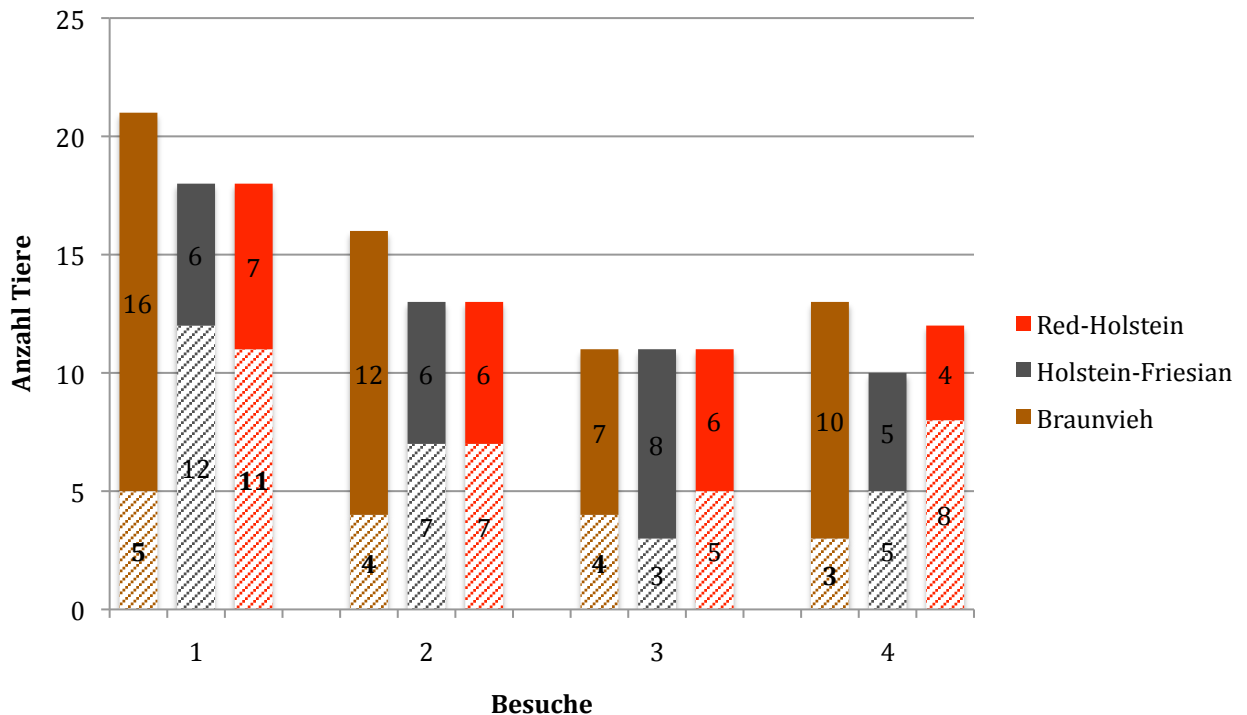


Abb. 6: Anzahl der Tiere mit Klauenhautveränderungen (schraffiert) bzw. Anzahl der Tiere ohne Klauenhautveränderungen (ausgefüllt) bezogen auf die verschiedenen Rassen im Verlauf des Untersuchungszeitraumes. Tiere der Braunviehrasse haben zu jedem Untersuchungszeitpunkt signifikant weniger Klauenhautveränderungen als Tiere der anderen beiden Rassen.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum entwickelten 24.6 % der Braunviehkühe Hautveränderungen im Klauenbereich, während es bei den Holstein-Friesian-Kühen und den Red-Holstein-Kühen zusammengefasst 56.6 % waren.

### 6.3 Klauenhornläsionen

Beim ersten Besuch wiesen 11 Braunviehkühe, 7 Holstein-Friesian-Kühe und 8 Red-Holstein-Kühe Klauenhornläsionen auf. Die Punktprävalenzquote der verschiedenen Rassen veränderte sich im Untersuchungszeitraum (Tab. 10). Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Rasse und dem Auftreten von Klauenhornläsionen festgestellt werden.

Zwischen dem ersten und dem letzten Messtermin konnte ein signifikanter Anstieg der Klauenhornläsionen, aufgrund des Auftretens der Ballenhornfäule, nachgewiesen werden.

Tab. 10: Anzahl und Häufigkeit von Schäden des Hornschuhs, gegliedert nach Rassen je Termin

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Braunvieh mit Klauenhornläsionen /Braunviehkühe insgesamt</b>	11/21	11/16	11/11	13/13
<b>Holstein-Friesian-Kühe mit Klauenhornläsionen /Holstein- Friesian-Kühe insgesamt</b>	7/18	13/13	11/11	10/10
<b>Red-Holstein-Kühe mit Klauenhornläsionen/Red-Holstein- Kühe insgesamt</b>	8/18	12/13	11/11	12/12

Die Klauenhornläsionen wurden unterteilt in solche, die beide Klauen einer Gliedmasse betrafen und solche, welche nur an einer Klaue gefunden wurden. Zur ersten Kategorie der Klauenhornläsionen wurden die Ballenhornfäule und Hornschuhveränderungen im Sinne von Klauenrehe gezählt. Zu der zweiten Kategorie von Klauenhornläsionen wurden Sohlenverfärbungen/-blutungen, Rusterholzsche Sohlengeschwüre, eitrig-hohle Wände, Defekte in der weissen Linie und Hornspalten gezählt.

Beim ersten Messtermin wiesen 26 von insgesamt 57 Kühen und beim zweiten Messtermin 36 von insgesamt 42 Kühen mindestens eine Klauenhornläsion auf. Beim ersten und zweiten Besuch waren noch Kühe ohne Klauenhornläsionen auf dem Betrieb. Am dritten und vierten Messtermin waren alle 33 respektive 35 vermessenen Kühe von der Klauenhornläsion «Ballenhornfäule» betroffen.

Die Anzahl betroffener Gliedmassen pro Kuh variierte im Verlauf des Untersuchungszeitraumes (Tab. 11). Beim ersten und zweiten Besuch war vermehrt nur eine Gliedmasse betroffen. Vom zweiten zum dritten Besuch kam es zu einem starken Anstieg von Kühen, die mindestens an zwei Gliedmassen eine Klauenhornläsion aufwiesen. Im Gegensatz zum ersten und zweiten Besuch konnten beim dritten und vierten Besuch keine Kühe mit vier betroffenen Gliedmassen mehr festgestellt werden.

Tab. 11: Klauenhornläsionen und ihre Verteilung auf Kühe und Gliedmassen

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe ohne Klauenhornläsionen /Kühe insgesamt</b>	31/57 (54.4 %)	7/42 (16.7 %)	/	/
<b>Kühe mit Klauenläsionen an einer Gliedmasse/Kühe insgesamt</b>	11/57 (19.3 %)	14/42 (33.3 %)	5/33 (15.1 %)	1/35 (2.9 %)
<b>Kühe mit Klauenläsionen an zwei Gliedmassen/Kühe insgesamt</b>	10/57 (17.5 %)	10/42 (23.8 %)	24/33 (72.7 %)	28/35 (80.0 %)
<b>Kühe mit Klauenläsionen an drei Gliedmassen/Kühe insgesamt</b>	1/57 (1.7 %)	7/42 (16.7 %)	4/33 (12.1 %)	6/35 (17.1 %)
<b>Kühe mit Klauenläsionen an vier Gliedmassen/Kühe insgesamt</b>	4/57 (7.0 %)	4/42 (9.5 %)	/	/

Beim ersten Messtermin waren 26 Kühe von mindestens einer Klauenhornläsion betroffen, wobei insgesamt 60 Klauenhornläsionen festgestellt werden konnten. Von den 60 Klauenhornläsionen waren 18 an den Klauen der Vordergliedmassen lokalisiert (Tab. 12). Klauenrehe (Reheringe) konnte beim ersten Messtermin am häufigsten festgestellt werden. Im Vergleich zum ersten Besuch nahm beim zweiten Besuch die Prävalenz von Ballenhornfäule an den Vordergliedmassen zu. Von den insgesamt 11 leichten Stadien von Rusterholzschen Sohlengeschwüren, welche zum Zeitpunkt des zweiten Besuches an den Vordergliedmassen festgestellt wurden, waren neun an den Innenklauen und zwei an den Aussenklauen der Vordergliedmassen lokalisiert. Sowohl eine Innenklaue als auch eine Aussenklaue der Vordergliedmassen wiesen eine eitrig-hohle Wand auf. Bei der dritten und vierten Messung hatten alle 33 respektive 35 untersuchten Kühe Hornschäden an den Vordergliedmassen aufzuweisen. An den Vordergliedmassen wurde beim zweiten, dritten und vierten Besuch am häufigsten Ballenhornfäule festgestellt.

Tab. 12: Art, Anzahl und Häufigkeit der Klauenhornläsionen an den Klauen der Vordergliedmassen

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe mit Klauenhornläsionen/Kühe insgesamt</b>	26/57 (45.6 %)	36/42 (85.7 %)	33/33 (100 %)	35/35 (100 %)
<b>Klauenhornläsionen an den Vordergliedmassen insgesamt</b>	18 (100 %)	30 (100 %)	42 (100 %)	36 (100 %)
<b>Ballenhornfäule</b>	2 (11.1 %)	14 (46.7 %)	28 (66.7 %)	32 (88.9 %)
<b>Pododermatitis aseptica diffusa</b>	14 (77.8 %)	3 (10.0 %)	3 (7.1 %)	/
<b>Rusterholzsches Sohlengeschwür</b>	/	11 (36.7 %)	4 (9.5 %)	1 (2.8 %)
<b>Sohlenblutung</b>	2 (11.1 %)	/	5 (11.9 %)	1 (2.8 %)
<b>Eitrig-hohle Wand</b>	/	2 (6.7 %)	/	1 (2.8 %)
<b>Defekt der weissen Linie</b>	/	/	2 (4.8 %)	1 (2.8 %)

An den Klauen der Hintergliedmassen wurden beim ersten Besuch insgesamt 42 Hornschäden bei 26 Kühen festgestellt. Wie an den Vordergliedmassen konnte zu diesem Zeitpunkt am häufigsten Klauenrehe (Reheringe) befundet werden (Tab. 13). Bei der zweiten Messung konnten bei 36 Kühen insgesamt 76 Klauenhornläsionen an den Hintergliedmassen festgestellt werden. Sowohl beim dritten als auch beim vierten Messtermin hatten alle untersuchten Kühe Klauenhornläsionen, aufgrund der Zunahme der Ballenhornfäule, entwickelt. Wie bei den Vordergliedmassen konnte mit Beginn der Laufstallhaltung Ballenhornfäule am häufigsten befundet werden. An den Klauen der Hintergliedmassen konnten bei jedem Besuch mehr Hornschäden festgestellt werden als an den Klauen der Vordergliedmassen. Sowohl an den Klauen der Vordergliedmassen als auch an den Klauen der Hintergliedmassen waren zu Beginn der Untersuchung Klauenrehe und ab dem zweiten Besuch Ballenhornfäule die am häufigsten diagnostizierten Klauenhornläsionen. Die Klauen

der Hintergliedmassen wiesen im Vergleich mit den Klauen der Vordergliedmassen eine grössere Anzahl von Hornläsionsarten auf.

Tab. 13: Häufigkeiten von Klauenhornläsionen an den Klauen der Hintergliedmassen zum Zeitpunkt der Betriebsbesuche

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe mit Klauenhornläsionen /Kühe insgesamt</b>	26/57 (45.6 %)	36/42 (85.7 %)	33/33 (100 %)	35/35 (100 %)
<b>Klauenhornläsionen an den Hintergliedmassen insgesamt</b>	42 (100 %)	76 (100 %)	50 (100 %)	49 (100 %)
<b>Ballenhornfäule</b>	8 (19.0 %)	36 (47.4 %)	27 (54.0 %)	35 (71.4 %)
<b>Pododermatitis aseptica diffusa</b>	17 (40.5 %)	6 (7.9 %)	2 (4.0 %)	1 (2.0 %)
<b>Rusterholzsches Sohlengeschwür</b>	12 (28.6 %)	19 (25.0 %)	11 (22.0 %)	5 (10.2 %)
<b>Sohlenblutung</b>	3 (7.1 %)	6 (7.9 %)	7 (14.0 %)	3 (6.1 %)
<b>Eitrig-hohle Wand</b>	2 (4.8 %)	9 (11.8 %)	/	3 (6.1 %)
<b>Defekt der weissen Linie</b>	/	/	2 (4.0 %)	2 (4.1 %)
<b>Hornspalt/Hornkluft</b>	/	/	1 (2.0 %)	/

Die Anzahl Hornläsionen, die pro Kuh festgestellt werden konnten, variierten im Verlauf des Untersuchungszeitraumes (Tab. 14). Bei jedem Besuch wurden bei mehreren Kühen mehr als eine Hornläsion festgestellt. Es kam im Untersuchungszeitraum zu einem Anstieg der Punktprävalenz von Kühen mit zwei oder drei Hornläsionen. Gleichzeitig kam es zu einer sinkenden Punktprävalenz von Kühen mit einer einzelnen Hornläsion. Wenn man den Anstieg der Ballenhornfäule ausser Acht lässt, erfolgte eine signifikante Abnahme der Anzahl Kühe mit Klauenhornläsionen vom ersten (36.8 %) zum letzten Besuch (19.3 %).

Tab. 14: Anzahl Klauenhornläsionen pro Kuh im Untersuchungszeitraum

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe ohne Klauenhornläsionen</b> <b>/Kühe insgesamt</b>	31/57 (54.4 %)	7/42 (16.7 %)	/	/
<b>Kühe mit einer Klauenhornläsion</b> <b>/Kühe insgesamt</b>	10/57 (17.5 %)	8/42 (19.0 %)	5/33 (15.1 %)	1/35 (2.9 %)
<b>Kühe mit zwei Klauenhornläsionen</b> <b>/Kühe insgesamt</b>	5/57 (8.8 %)	12/42 (28.6 %)	15/33 (45.4 %)	24/35 (68.6 %)
<b>Kühe mit drei Klauenhornläsionen</b> <b>/Kühe insgesamt</b>	5/57 (8.8 %)	3/42 (7.1 %)	4/33 (12.1 %)	6/35 (17.1 %)
<b>Kühe mit vier Klauenhornläsionen</b> <b>/Kühe insgesamt</b>	5/57 (8.8 %)	4/42 (9.5 %)	5/33 (15.1 %)	3/35 (8.6 %)
<b>Kühe mit fünf Klauenhornläsionen</b> <b>/Kühe insgesamt</b>	1/57 (1.7 %)	2/42 (4.8 %)	2/33 (6.1 %)	/
<b>Kühe mit sechs Klauenhornläsionen</b> <b>/Kühe insgesamt</b>	/	4/42 (9.5 %)	1/33 (3.0 %)	1/35 (2.9 %)
<b>Kühe mit sieben Klauenhornläsionen</b> <b>/Kühe insgesamt</b>	/	1/42 (2.4 %)	/	/
<b>Kühe mit acht Klauenhornläsionen</b> <b>/Kühe insgesamt</b>	/	1/42 (2.4 %)	/	/
<b>Kühe mit neun Klauenhornläsionen</b> <b>/Kühe insgesamt</b>	/	/	1/33 (3.0 %)	/

Zwischen dem Auftreten der Klauenhautläsionen und den Klauenhornläsionen konnte kein Zusammenhang festgestellt werden (Tab. 15). Beim dritten und vierten Besuch kamen die Klauenhautläsionen nur noch in Kombination mit Klauenhornläsionen, meist der Ballenhornfäule, vor.



Tab. 15: Anzahl der Klauenhautveränderungen und Klauenhornläsionen sowie deren Kombinationen

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe ohne Klauenhautveränderungen oder Klauenhornläsionen/Kühe insgesamt</b>	15/57 (26.3 %)	5/42 (11.9 %)	/	/
<b>Kühe nur mit Klauenhornläsionen/Kühe insgesamt</b>	14/57 (24.6 %)	19/42 (45.2 %)	21/33 (63.6 %)	19/35 (54.3 %)
<b>Kühe nur mit Klauenhautveränderungen/Kühe insgesamt</b>	16/57 (28.1 %)	1/42 (2.4 %)	/	/
<b>Kühe mit Klauenhautveränderungen und Klauenhornläsionen/Kühe insgesamt</b>	12/57 (21.0 %)	17/42 (40.5 %)	12/33 (36.4 %)	16/35 (45.7 %)

Die Anzahl der Kühe, welche Lahmheiten oder einen unregelmässigen Gang beim Führen in den Klauenstand aufwiesen, veränderte sich im Untersuchungszeitraum nicht signifikant (Tab. 16). Der Anteil der Kühe mit Lahmheiten nahm vom ersten zum zweiten Besuch zu. Beim dritten und vierten Besuch war die Punktprävalenz an Tieren mit einer feststellbaren Lahmheit niedriger als beim ersten Besuch. Bis auf eine Ausnahme beim zweiten Messtermin, welche einer geringgradigen Lahmheit (Grad 2/5) entsprach, konnten nur undeutlich geringgradige Lahmheiten (Grad 1/5) festgestellt werden.

Tab. 16: Anzahl Kühe mit Lahmheiten respektive unregelmässigem Gang im Untersuchungszeitraum

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe mit Lahmheiten /Kühe insgesamt</b>	5/57 (8.8 %)	9/42 (21.4 %)	1/33 (3.0 %)	1/35 (2.9 %)
<b>Kühe mit unregelmässigem Gang /Kühe insgesamt</b>	5/57 (8.8 %)	2/42 (4.8 %)	3/33 (9.1 %)	1/35 (2.9 %)

Nicht in allen Fällen konnten Klauenhornläsionen an den Klauen der lahmen Gliedmasse bei der Klauenpflege festgestellt werden (Tab. 17). Wurden jedoch Klauenhornläsionen an der lahmen Gliedmasse festgestellt, handelte es sich am häufigsten um Rusterholzsche Sohlengeschwüre.

Tab. 17: Klauenhornläsionen an den Klauen der lahmen Gliedmasse im Untersuchungszeitraum

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Kühe mit Lahmheiten/Kühe insgesamt</b>	5/57 (8.8 %)	9/42 (21.4 %)	1/33 (3.0 %)	1/35 (2.9 %)
<b>Kühe ohne Hornläsionen an Klauen der lahmen Gliedmasse</b>	1 (20.0 %)	6 (55.5 %)	1 (100 %)	/
<b>Kühe mit Sohlenverfärbung an lahmer Gliedmasse</b>	1 (20.0 %)	/	/	/
<b>Kühe mit Rusterholzchen Sohlengeschwüren an lahmer Gliedmasse</b>	3 (60.0 %)	3 (33.3 %)	/	1 (100 %)

Bei den insgesamt 11 Kühen mit unregelmässigem Gang konnte nur bei einer Kuh bei der funktionellen Klauenpflege Ballenhornfäule festgestellt werden. In den übrigen Fällen konnten keine Klauenhornläsionen festgestellt werden.

## 6.4 Cortisolwerte

Für alle 42 Haarproben konnten die drei Segmente ausgewertet werden. Bei den Daten der Cortisolwerte aller drei Segmente handelte es sich um nicht normalverteilte Werte. Im Laufstall konnte bei den Kühen ein signifikant höherer Median der Cortisolwerte als im Anbindestall festgestellt werden (Tab. 18).

Die minimale Cortisolkonzentration betrug im körperfernen Segment (ältestes Segment) 0.2 pg/mg und zum Zeitpunkt der Umstallung 0.3 pg/mg. Im körpernahen Segment (jüngstes Segment) betrug die minimale Cortisolkonzentration immer noch 0.3 pg/mg.

Tab. 18: Cortisolkonzentrationen in den drei Haarsegmenten (n = 42 Haarproben), die signifikanten Unterschiede sind mit einem Stern (\*) markiert

	<b>Cortisolwert körperfernes Segment (Anbindestallzeit)</b>	<b>Cortisolwert mittleres Segment (Umstallzeit)</b>	<b>Cortisolwert köpernahes Segment (Laufstallzeit)</b>
<b>Mittelwert</b>	0.6 pg/mg	0.7 pg/mg	0.8 pg/mg
<b>Standardabweichung</b>	0.8	0.6	0.7
<b>Median</b>	0.4 pg/mg *	0.5 pg/mg	0.7 pg/mg *
<b>Minimum</b>	0.2 pg/mg	0.3 pg/mg	0.3 pg/mg
<b>Maximum</b>	5.4 pg/mg	4.1 pg/mg	5.1 pg/mg

Ein signifikanter Anstieg der Cortisolkonzentrationen zwischen dem ersten und dritten Haarsegment (Anbindehaltung – Laufstallhaltung) konnte festgestellt werden (Abb. 7).

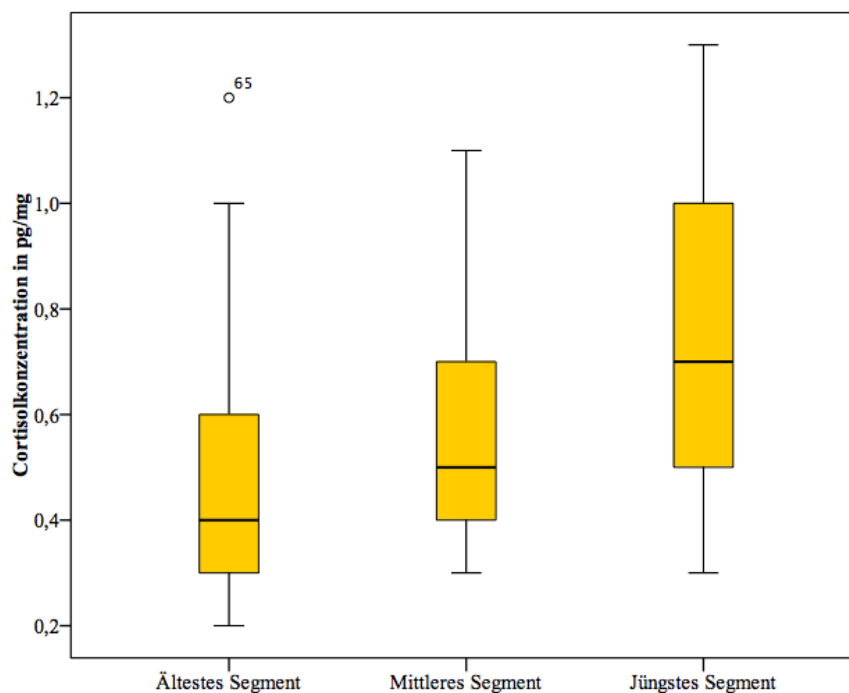


Abb. 7: Darstellung der Haarcortisolkonzentrationen aus Tabelle 19

Der Median der Cortisolkonzentration von Kühen ohne Klauenhornläsionen war im Anbindestall nicht signifikant höher (0.5 pg/mg) als derjenige von Kühen mit Klauenhornläsionen (0.3 pg/mg). Auch bei Kühen ohne Klauenhautveränderungen war die Cortisolkonzentration im Anbindestall nicht signifikant höher (0.45 pg/mg) als bei Kühen mit Klauenhautveränderungen (0.4 pg/mg).

Falls Kühe beim ersten Messtermin eine Klauenhornläsion aufwiesen oder bis zum zweiten Besuch eine solche entwickelt hatten, war der Median der Cortisolkonzentration nicht signifikant höher (0.8 pg/mg) als bei Kühen, die im selben Zeitraum keine Klauenhornläsion hatten (0.5 pg/mg) (Abb. 8).

Bei den Klauenhautveränderungen war der Median der Cortisolkonzentration bei Kühen, die beim ersten Besuch eine Klauenhautveränderung aufwiesen oder bis zum zweiten Besuch eine entwickelten, gleich wie bei Kühen ohne Klauenhautveränderungen (0.7 pg/mg).

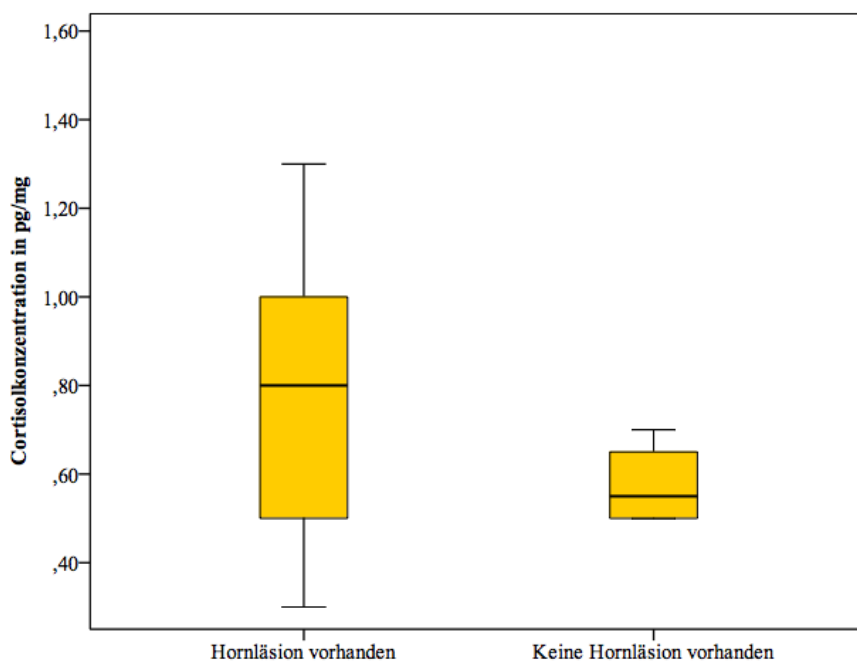


Abb. 8: Vergleich der Haarcortisolkonzentrationen über den gesamten analysierten Zeitraum zwischen Kühen mit Klauenhornläsionen und Kühen ohne Klauenhornläsionen

Wurde die Cortisolkonzentration aller Segmente und für jede Rasse zusammen analysiert (Tab. 19), so konnte ein Unterschied bezüglich Braunviehrasse respektive Red-Holstein-Kühen und Holstein-Friesian-Kühen gesehen werden. Holstein-Friesian-Kühe hatten einen höheren Median (0.6 pg/mg) als Braunviehkühe respektive Red-Holstein-Kühe (beide 0.5 pg/mg). Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Tab. 19: Vergleich der Cortisolkonzentrationen aller Segmente zwischen den Rassen

	<b>Cortisolkonzentration (pg/mg) Braunviehkühe</b>	<b>Cortisolkonzentration (pg/mg) Holstein-Friesian-Kühe</b>	<b>Cortisolkonzentration (pg/mg) Red-Holstein-Kühe</b>
<b>Anzahl Tiere</b>	16	13	13
<b>Mittelwert</b>	0.9	0.6	0.5
<b>Standardabweichung</b>	1.1	0.3	0.2
<b>Median</b>	0.5	0.6	0.5
<b>Minimum</b>	0.3	0.2	0.2
<b>Maximum</b>	5.4	2.0	1.0

## 6.5 Technopathien (Haarverluste, Rötungen, Erosionen)

Zu Beginn der Untersuchung konnte bei keiner der 57 untersuchten Kühe Erosionen an der Haut der Dorsalseite der Karpalgelenke festgestellt werden. Im Verlauf der Untersuchung entwickelte nur eine Kuh zwischen dem ersten und zweiten Messtermin eine Erosion zweiten Grades (2-2.5 cm Durchmesser). Haarverluste an den Karpalgelenken kamen bei jedem Besuch vor (Tab. 20). Die Anzahl Kühe mit Haarverlusten an einem Karpalgelenk nahm bis zum Ende der Untersuchung hin von 28 auf 3 signifikant ab.

Tab. 20: Anzahl Tiere mit Haarverlusten an den Karpalgelenken über die gesamte Untersuchungszeitdauer

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Anzahl vermessener Kühe</b>	57	42	33	35
<b>Kühe mit Haarverlust an mindestens einem Karpalgelenk</b>	28 (49.1 %)	14 (33.3 %)	11 (33.3 %)	3 (8.6 %)
<b>Kühe ohne Haarverlust an den Karpalgelenken</b>	29 (50.9 %)	28 (66.7 %)	22 (66.7 %)	32 (91.4 %)

Im Verlauf des Untersuchungszeitraumes kam es zu einer Senkung der Anzahl von

Haarverlusten der Stufe drei an den Karpalgelenken (Tab. 21). Bei der letzten Messung konnte nur noch an vier Karpalgelenken ein geringgradiger (Grad 1) Haarverlust festgestellt werden.

Tab. 21: Art und Häufigkeit der Haarverluste an den Karpalgelenken im Untersuchungszeitraum

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Karpalgelenke mit Haarverlust /Karpalgelenke insgesamt</b>	46/114 (40.4 %)	19/84 (22.6 %)	14/66 (21.2 %)	4/70 (5.7 %)
<b>Anzahl Karpalgelenke mit Haarverlust Grad 1 (&lt; 2 cm)</b>	14 (30.4 %)	8 (42.1 %)	7 (50.0 %)	4 (100 %)
<b>Anzahl Karpalgelenke mit Haarverlust Grad 2 (2 - 2.5 cm)</b>	12 (26.1 %)	6 (31.6 %)	3 (21.4 %)	/
<b>Anzahl Karpalgelenke mit Haarverlust Grad 3 (&gt; 2.5 cm)</b>	20 (43.5 %)	5 (26.3 %)	4 (28.6 %)	/

Zum Zeitpunkt der ersten Messung konnte bei 14 der insgesamt 57 vermessenen Kühe (24.6 %) eine **Erosion** an mindestens einem Tarsalgelenk festgestellt werden (Tab. 22). Schon beim zweiten Besuch wiesen keine Kühe mehr Erosionsanzeichen im Bereich der beiden Tarsalgelenke auf.

Am dritten Messtermin konnte dann wieder bei einer Kuh eine Erosion dritten Grades festgestellt werden. Diese Kuh hatte bereits beim ersten Besuch Erosionen dritten Grades an den Tarsalgelenken aufgewiesen. Da sie jedoch beim zweiten Besuch galt war, konnte sie zu diesem Zeitpunkt nicht vermessen werden.

Bei der vierten und letzten Messung konnten keine Erosionen im Bereich der Tarsalgelenke mehr festgestellt werden. Auch bei der Kuh, welche zum Zeitpunkt des dritten Besuchs eine Erosion dritten Grades hatte, konnte keine Erosion mehr festgestellt werden.

Tab. 22: Art und Häufigkeit der Erosionen an den Tarsalgelenken während der Untersuchungstermine

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
<b>Tarsalgelenke mit Erosion /Tarsalgelenke insgesamt</b>	16/114 (14 %)	0/84	1/66 (1.5 %)	0/70
<b>Anzahl Tarsalgelenke mit Erosionen Grad 1 (&lt; 2 cm)</b>	10 (62.5 %)	/	/	/
<b>Anzahl Tarsalgelenke mit Erosionen Grad 2 (2 - 2.5 cm)</b>	5 (31.3 %)	/	/	/
<b>Anzahl Tarsalgelenke mit Erosionen Grad 3 (&gt; 2.5 cm)</b>	1 (6.3 %)	/	1 (100 %)	/

Nur beim ersten Messtermin wiesen alle vermessenen Kühe einen **Haarverlust** an mindestens einem Tarsalgelenk auf (Tab. 23). Bei den folgenden Messterminen konnten zunehmend Kühe ohne Haarverluste registriert werden. Die Punktprävalenz der Kühe mit Haarverlusten war dann beim letzten Messtermin signifikant tiefer als beim ersten Messtermin.

Tab. 23: Kühe mit Haarverlusten an den Tarsalgelenken an den Untersuchungsterminen

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
<b>Anzahl vermessener Kühe</b>	57	42	33	35
<b>Kühe mit Haarverlust an mindestens einem Tarsalgelenk/Kühe insgesamt</b>	57/57 (100 %)	30/42 (71.4 %)	26/33 (78.8 %)	19/35 (52.8 %)
<b>Kühe ohne Haarverlust an den Tarsalgelenken/Kühe insgesamt</b>	0/57	12/42 (28.6 %)	7/33 (21.2 %)	16/35 (44.4 %)

Die Verteilung der Haarverluste auf die verschiedenen Grade variierte von Besuch zu Besuch (Tab. 24). Im Verlauf der Messungen kam es zu einer Senkung der Anzahl von Haarverlusten des zweiten Grades und dritten Grades, während die Anzahl von Haarverlusten ersten Grades konstant blieb.

Tab. 24: Ausprägung und Häufigkeit der Haarverluste an den Tarsalgelenken während der Termine

	<b>Termin 1</b>	<b>Termin 2</b>	<b>Termin 3</b>	<b>Termin 4</b>
<b>Tarsalgelenke mit Haarverlust /Tarsalgelenke insgesamt</b>	111/114 (97.4 %)	46/84 (54.8 %)	41/66 (62.1 %)	43/70 (61.4 %)
<b>Anzahl Tarsalgelenke mit Haarverlusten Grad 1 (&lt; 2 cm)</b>	15 (13.5 %)	19 (41.3 %)	17 (41.5 %)	13 (30.2 %)
<b>Anzahl Tarsalgelenke mit Haarverlusten Grad 2 (2 - 2.5 cm)</b>	44 (39.6 %)	13 (28.3 %)	8 (19.5 %)	4 (9.3 %)
<b>Anzahl Tarsalgelenke mit Haarverlusten Grad 3 (&gt; 2.5 cm)</b>	52 (46.9 %)	14 (16.7 %)	16 (39.0 %)	10 (23.3 %)

Über den gesamten Untersuchungszeitraum kam es zu einer signifikanten Verbesserung der Punktprävalenz der Haarverluste an den Karpal- und an den Tarsalgelenken.

Durchschnittlich wiesen nur zwei Kühe pro Besuch sichtbare Veränderungen Karpalgelenke auf. Die gemessenen Werte der Umfänge wichen dabei von den Werten von unauffälligen Kühen, welche zwischen 33.5 cm und 36.5 cm betrugen, ab. Der kleinste Umfang im Untersuchungszeitraum betrug 32 cm und der grösste, als pathologisch anzusehender Umfang, 43.5 cm.

Die Werte für den Umfang der Tarsalgelenke sind in der Tabelle 25 ersichtlich.

Der Median der Messwerte war für das linke und das rechte Tarsalgelenk jeweils gleich.

Beim ersten Besuch hatten 19 linke und 23 rechte Tarsalgelenke einen grösseren Umfang als der Median. Beim zweiten Besuch waren es 16 linke respektive 14 rechte Sprunggelenke bei denen ein grösserer Umfang als der Median gemessen wurde. Beim dritten und vierten Besuch konnten bei den linken Sprunggelenken 15 respektive 16 und bei den rechten Sprunggelenken 16 respektive 12 höhere Werte als der Median festgestellt werden.

Der Mittelwert des Umfanges der Tarsalgelenke über die 4 Besuche betrug 37.4 cm +/-0.5 cm, mit einbezogen sind dabei auch die jeweils pathologisch vergrösserten Tarsalgelenke.



Tab. 25: Umfang der Tarsalgelenke (in cm) zu den Messzeitpunkten

	<b>Termin 1</b>		<b>Termin 2</b>		<b>Termin 3</b>		<b>Termin 4</b>	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Tarsus</b>	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
<b>Mittelwert</b>	37.8	37.9	36.8	36.9	37.5	37.3	37.6	37.1
<b>Median</b>	38.0	38.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0
<b>Modalwert</b>	37.0	37.0	35.0	37.0	37.0	38.0	37.0	37.0
<b>Standardabweichung</b>	2.4	1.8	2.0	1.5	2.0	1.2	2.0	1.4
<b>Minimum</b>	33.0	34.0	33.0	34.0	34.0	34.0	33.0	34.0
<b>Maximum</b>	47.0	42.0	45.0	40.0	44.0	40.0	44.0	40.0

Die Messung des Umfanges der Tarsalgelenke wurde bei jeder Kuh und auch bei jedem Messtermin durchgeführt.

## 6.6 Klauenparameter

Die jeweiligen Werte der 8 gemessenen Klauenparameter sowie deren graphischen Auswertungen können aus den nachfolgenden Tabellen (Tab. 26 – 41) und Abbildungen (Abb. 9 – 16) entnommen werden. Die Resultate der Klauenparameter sind nicht normalverteilt, weshalb bei jedem nachfolgenden Wert der Median verglichen wird.

Die Innenklauen der linken Vordergliedmassen hatten im Anbindestall eine signifikant kürzere Dorsalwandlänge als bei der vierten Messung. Die Unterschiede zwischen dem Anbindestall und dem Laufstall waren bei den Aussenklauen der Vordergliedmassen ebenfalls signifikant. Bei jedem Besuch hatten die Innenklauen der Vordergliedmassen eine längere Dorsalwand als die Aussenklauen der entsprechenden Gliedmassen (Tab. 26).

An den Hintergliedmassen wies hingegen die Aussenklaue bei jedem Messtermin einen höheren Median auf als die Innenklaue. Die Dorsalwandlänge der Innenklauen der Hintergliedmassen änderte sich vom ersten zum vierten Besuch signifikant. Die

Dorsalwandlänge der Aussenklaue nahm ebenfalls vom ersten zum vierten Besuch zu, jedoch war diese Veränderung nicht signifikant (Tab. 27).

Tab. 26: Dorsalwandlänge (cm) der Klauen der linken Vordergliedmasse während der Messtermine

	<b>Termin 1</b>		<b>Termin 2</b>		<b>Termin 3</b>		<b>Termin 4</b>	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	8.6	8.1	8.5	8.0	8.8	8.3	8.9	8.4
<b>Median</b>	8.7	8.2	8.5	7.9	8.9	8.3	8.9	8.4
<b>Modalwert</b>	8.3	8.3	8.3	7.6	8.2	8.3	8.6	8.0
<b>Standardabweichung</b>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4
<b>Minimum</b>	7.6	6.7	7.5	7.1	7.4	7.1	7.8	7.2
<b>Maximum</b>	9.8	9.1	10.0	8.9	9.9	9.4	9.8	9.2

Tab. 27: Dorsalwandlänge (cm) der Klauen der rechten Beckengliedmasse während der Messtermine

	<b>Termin 1</b>		<b>Termin 2</b>		<b>Termin 3</b>		<b>Termin 4</b>	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	8.1	8.6	8.2	8.5	8.5	8.8	8.4	8.7
<b>Median</b>	8.1	8.6	8.3	8.6	8.6	8.9	8.6	8.8
<b>Modalwert</b>	8.2	8.3	8.3	8.2	8.7	9.1	8.6	8.8
<b>Standardabweichung</b>	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6
<b>Minimum</b>	6.8	7.6	7.5	7.7	7.2	7.7	7.1	7.6
<b>Maximum</b>	9.1	9.9	9.0	9.4	9.8	9.8	9.5	11.0

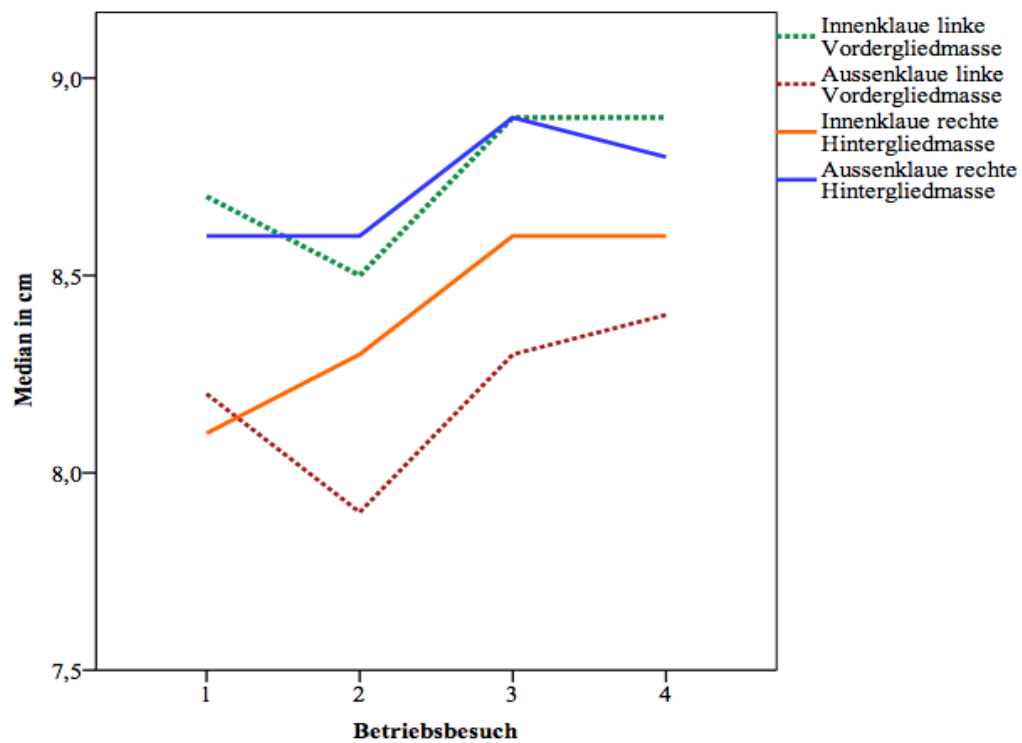


Abb. 9: Median (in cm) für die Dorsalwandlänge der Klauen der linken Schulter- und der rechten Beckengliedmasse zum Zeitpunkt der Messtermine

An der Vordergliedmasse änderte sich der Dorsalwandwinkel der Innen- und Aussenklaue vom ersten Besuch zum vierten Besuch nicht signifikant. Der Winkel der Dorsalwand der Innenklaue war bei jedem Besuch kleiner als der Dorsalwandwinkel der Aussenklaue (Tab. 28).

Tab. 28: Dorsalwandwinkel (Grad °) der Klauen der linken Vordergliedmasse während der Messtermine

	<b>Termin 1</b>		<b>Termin 2</b>		<b>Termin 3</b>		<b>Termin 4</b>	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	44.2	44.9	45.1	46.6	48.8	51.5	42.7	44.7
<b>Median</b>	45.0	46.0	45.0	47.0	49.0	50.0	43.0	44.0
<b>Modalwert</b>	45.0	48.0	42.0	45.0	44.0	49.0	43.0	43.0
<b>Standardabweichung</b>	4.3	3.8	4.4	4.3	5.2	5.0	4.2	3.2
<b>Minimum</b>	34.0	36.0	36.0	36.0	38.0	44.0	34.0	39.0
<b>Maximum</b>	52.0	54.0	54.0	54.0	58.0	62.0	52.0	51.0

An der Innen- und Aussenklaue der Hintergliedmasse konnte eine Abnahme des Dorsalwandwinkels vom ersten zum vierten Besuch festgestellt werden. An der Hintergliedmasse änderte sich sowohl an der Innenklaue als auch an der Aussenklaue der Dorsalwandwinkel vom ersten zum vierten Besuch signifikant (Tab. 29).

Tab. 29: Dorsalwandwinkel (Grad °) der Klauen der rechten Beckengliedmasse während der Messtermine

	<b>Termin 1</b>		<b>Termin 2</b>		<b>Termin 3</b>		<b>Termin 4</b>	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	47.7	47.9	48.8	47.4	48.2	48.0	43.5	44.1
<b>Median</b>	47.0	47.0	50.0	48.0	48.0	47.0	42.0	44.0
<b>Modalwert</b>	46.0	45.0	50.0	48.0	45.0	46.0	42.0	47.0
<b>Standardabweichung</b>	5.3	5.3	4.7	5.2	4.7	5.1	5.4	5.5
<b>Minimum</b>	33.0	34.0	39.0	33.0	39.0	35.0	33.0	30.0
<b>Maximum</b>	60.0	60.0	58.0	56.0	57.0	60.0	55.0	57.0

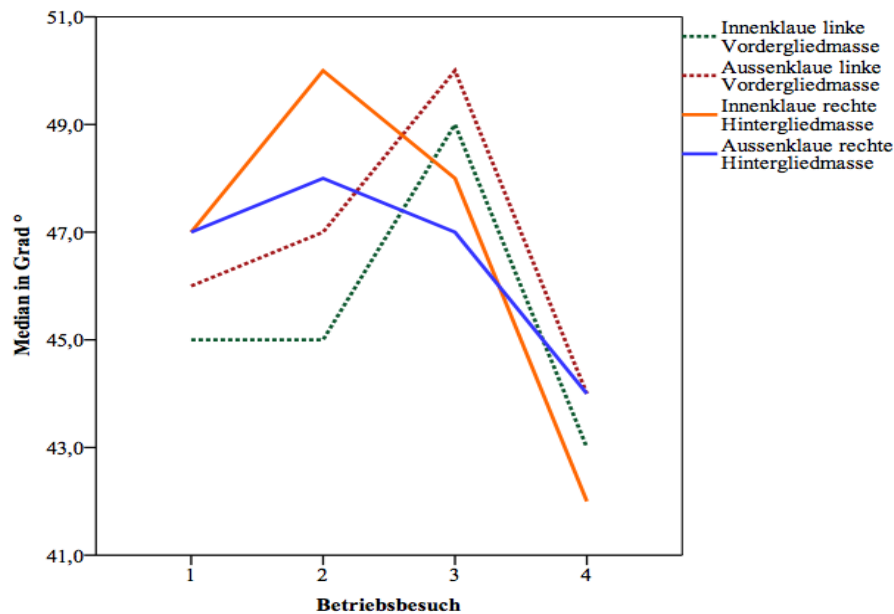


Abb. 10: Median (in Grad) der Dorsalwandwinkel der Klauen der linken Schulter- und der rechten Beckengliedmasse zum Zeitpunkt der Messtermine

Nach einer Abnahme der Ballenlänge in der ersten Zeit der Laufstallhaltung erfolgte gegen Ende des Untersuchungszeitraumes hin eine Zunahme der Ballenlänge, mit Ausnahme der Innenklaue der Vordergliedmasse. Diese näherte sich dem Ausgangswert der ersten Messung an ( $\pm 0.2$  cm).

Die Ballenlänge der Innenklaue der Vordergliedmasse veränderte sich vom ersten zum vierten Besuch signifikant. Mehr noch an der Aussenklaue der Vordergliedmasse wurde eine signifikante Zunahme der Ballenlänge vom ersten zum vierten Besuch hin festgestellt (Tab. 30).

An der Innenklaue der Hintergliedmassen wurde eine signifikante Zunahme der Ballenlänge vom ersten zum vierten Besuch festgestellt.

Die Aussenklaue der Hintergliedmassen wies ebenfalls einen signifikanten Unterschied zwischen dem ersten und dem letzten Besuch auf (Tab. 31).

An allen vier Messterminen waren die Ballen der Klauen der Vordergliedmasse stets länger als die Ballen der Klauen der Hintergliedmasse.

Tab. 30: Ballenlänge (cm) der Klauen der linken Vordergliedmasse während der Messtermine

	Termin 1		Termin 2		Termin 3		Termin 4	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	5.8	5.5	5.2	5.4	5.9	6.1	5.6	6.4
<b>Median</b>	5.8	5.4	5.1	5.4	5.8	6.2	5.6	6.2
<b>Modalwert</b>	5.7	5.4	4.9	5.1	5.3	7.0	5.2	6.2
<b>Standardabweichung</b>	0.5	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.8
<b>Minimum</b>	4.7	4.3	3.6	4.2	5.0	4.7	4.4	4.2
<b>Maximum</b>	6.9	6.6	6.8	7.4	7.4	7.8	7.2	7.9

Tab. 31: Ballenlänge (cm) der Klauen der rechten Beckengliedmasse während der Messtermine

	Termin 1		Termin 2		Termin 3		Termin 4	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	4.8	5.1	4.6	4.6	5.2	5.0	5.3	5.3
<b>Median</b>	4.8	5.0	4.6	4.5	5.3	4.9	5.4	5.5
<b>Modalwert</b>	4.9	5.3	5.3	4.2	4.9	4.6	5.1	5.5
<b>Standardabweichung</b>	0.6	0.6	0.6	0.7	0.5	0.7	0.7	0.7
<b>Minimum</b>	3.4	3.7	3.3	3.3	3.9	3.6	3.5	3.3
<b>Maximum</b>	6.2	6.7	6.2	6.5	6.0	6.7	6.5	6.5

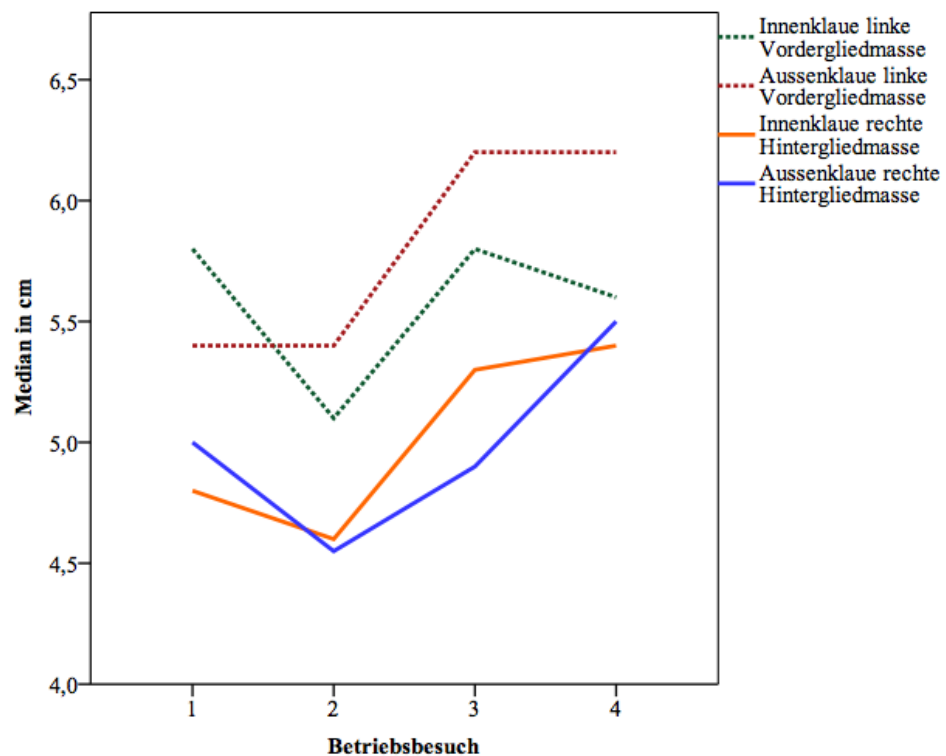


Abb. 11: Median (in cm) der Ballenlängen der Klauen der linken Schulter- und der rechten Beckengliedmasse zum Zeitpunkt der Messtermine

Die Ballenhöhe der Innenklaue der Vordergliedmassen nahm vom Anbindestall zum letzten Besuch im Laufstall zu. An der Aussenklaue wurde ebenfalls eine Zunahme der Ballenhöhe vom ersten Besuch zum letzten Besuch festgestellt. Sowohl die Veränderung der Innenklaue als auch die der Aussenklaue der Vordergliedmasse war signifikant (Tab. 32).

Die Ballenhöhe der Innenklaue und der Aussenklaue der Hintergliedmasse war vom ersten zum vierten Besuch zunehmend. An der Hintergliedmasse konnte jedoch keine signifikante Änderung der Ballenhöhe vom ersten zum letzten Besuch festgestellt werden (Tab. 33).

Bei jedem Besuch war die Ballenhöhe an den Klauen der Hintergliedmasse kleiner als an den Klauen der Vordergliedmasse.

Tab. 32: Ballenhöhe (cm) der Klauen der linken Vordergliedmasse während der Messtermine

	Termin 1		Termin 2		Termin 3		Termin 4	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	4.4	4.5	4.5	4.6	5.0	4.9	5.0	5.4
<b>Median</b>	4.4	4.5	4.5	4.7	4.9	4.8	5.1	5.2
<b>Modalwert</b>	4.5	4.7	4.2	4.1	4.5	4.6	5.2	4.7
<b>Standardabweichung</b>	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8
<b>Minimum</b>	3.0	3.3	3.3	3.3	4.2	3.8	3.9	3.2
<b>Maximum</b>	5.9	6.4	6.0	6.1	6.1	6.6	6.8	7.4

Tab. 33: Ballenhöhe (cm) der Klauen der rechten Beckengliedmasse während der Messtermine

	Termin 1		Termin 2		Termin 3		Termin 4	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	3.7	4.1	3.8	4.4	3.9	4.3	3.8	4.3
<b>Median</b>	3.7	4.1	3.8	4.2	3.8	4.3	3.8	4.3
<b>Modalwert</b>	3.8	3.7	4.1	4.2	4.3	4.0	3.8	4.5
<b>Standardabweichung</b>	0.6	0.7	0.5	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7
<b>Minimum</b>	2.3	2.7	2.9	3.3	2.6	3.3	2.7	2.8
<b>Maximum</b>	5.5	5.6	5.0	6.2	5.2	5.6	5.5	5.5



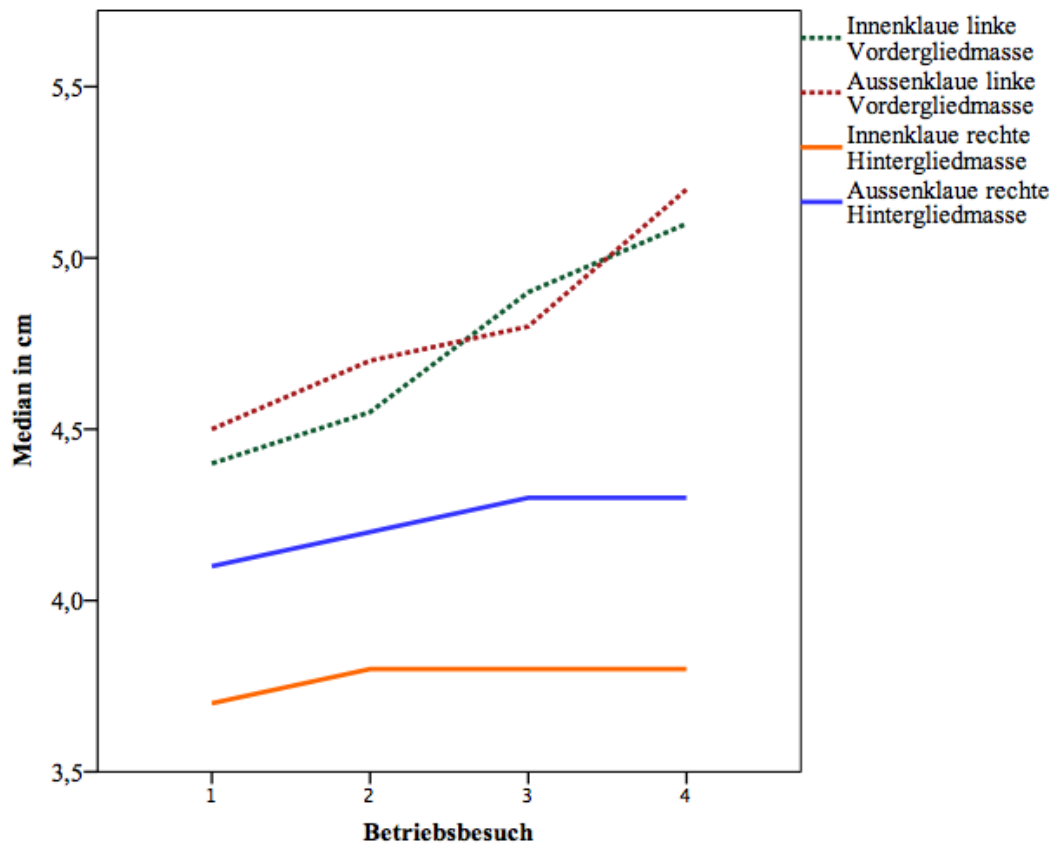


Abb. 12: Ballenhöhen der Klauen der linken Schulter- und der rechten Beckengliedmasse zum Zeitpunkt der Messtermine

Die Ballenbreite der Innenklaue der Vordergliedmasse veränderte sich im Untersuchungszeitraum signifikant. Es wurde eine Abnahme der Ballenbreite vom ersten zum vierten Besuch festgestellt. An der Aussenklaue der Vordergliedmassen konnte keine signifikante Änderung vom ersten zum vierten Besuch festgestellt werden (Tab. 34).

An den Klauen der Hintergliedmassen nahm die Ballenbreite der Innenklaue vom ersten zum vierten Besuch signifikant zu (Tab. 35). Der Ballen der Aussenklaue der Hintergliedmassen wurde vom ersten zum vierten Besuch nicht breiter, der Unterschied war jedoch nicht signifikant. Die Aussenklauen sowohl der Vorder- als auch der Hintergliedmassen wiesen bei jedem Besuch einen höheren Wert für die Ballenbreite auf als die Innenklauen. Der Ballen der Innenklaue der Hintergliedmassen wurde über den gesamten Untersuchungszeitraum gesehen breiter, während die Ballenbreite der Innenklaue der Vordergliedmassen über den gesamten Untersuchungszeitraum tendenziell abnehmend war.

Tab. 34: Ballenbreite (cm) der Klauen der linken Vordergliedmasse während der Messtermine

	Termin 1		Termin 2		Termin 3		Termin 4	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	5.8	5.9	5.6	6.1	5.6	5.8	5.5	6.0
<b>Median</b>	5.8	5.9	5.7	6.1	5.6	5.9	5.5	6.0
<b>Modalwert</b>	6.1	6.3	5.7	6.1	5.6	5.9	5.3	6.1
<b>Standardabweichung</b>	0.4	0.5	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4
<b>Minimum</b>	4.7	4.8	5.0	4.9	4.5	4.9	4.9	5.2
<b>Maximum</b>	6.7	7.0	6.4	7.3	6.5	6.3	6.6	7.1

Tab. 35: Ballenbreite (cm) der Klauen der rechten Beckengliedmasse während der Messtermine

	Termin 1		Termin 2		Termin 3		Termin 4	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	5.0	6.0	5.3	6.0	5.4	5.8	5.5	5.9
<b>Median</b>	5.0	6.0	5.4	5.9	5.5	5.8	5.4	5.9
<b>Modalwert</b>	5.0	6.1	5.4	5.9	5.5	5.8	5.4	5.6
<b>Standardabweichung</b>	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Minimum</b>	3.8	5.2	4.0	4.8	4.5	4.8	4.3	4.2
<b>Maximum</b>	6.0	7.1	6.4	7.3	6.4	6.9	6.9	7.0

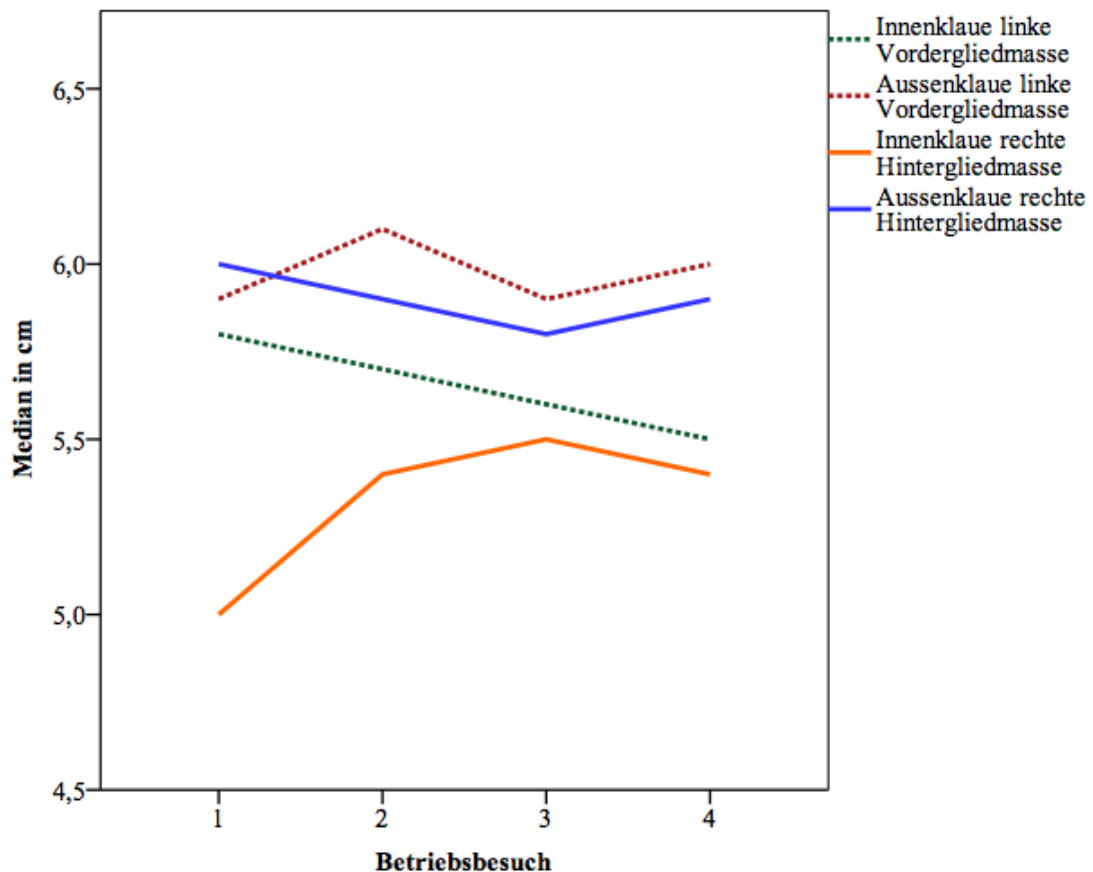


Abb. 13: Median (in cm) der Ballenbreite der Klauen der linken Schulter- und der rechten Beckengliedmasse zum Zeitpunkt der Messtermine

Die Zunahme der Sohlenlänge der Innenklaue der Vordergliedmassen war beim ersten im Vergleich mit dem vierten Besuch signifikant. Die Zunahme der Sohlenlänge der Aussenklaue der Schultergliedmassen vom ersten Besuch zum Ende des Untersuchungszeitraumes war hingegen nicht signifikant (Tab. 36). Die Änderung der Sohlenlänge der Klauen der Hintergliedmassen war sowohl bei der Innen- als auch bei der Aussenklaue signifikant (Tab. 37).

Die Sohlenlänge der Innenklauen und der Aussenklauen nahmen vom ersten zum vierten Besuch zu. Die Sohle der Innenklaue der Vordergliedmassen war über den gesamten Untersuchungszeitraum länger als die Sohle der Aussenklaue. An den Hintergliedmassen war im Gegensatz dazu die Sohle der Aussenklaue bei jedem Besuch länger als die Sohle der Innenklaue.

Im Laufstall konnte bei den Kühen somit eine längere Sohlenlänge als im Anbindestall festgestellt werden.

Tab. 36: Sohlenlänge (cm) der Klauen der linken Vordergliedmasse während der Messtermine

	Termin 1		Termin 2		Termin 3		Termin 4	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	11.0	10.8	12.1	11.3	11.8	10.7	12.1	11.1
<b>Median</b>	11.1	10.9	12.2	11.3	11.9	10.8	12.2	11.1
<b>Modalwert</b>	10.9	10.3	12.6	11.8	11.9	10.8	12.2	11.1
<b>Standardabweichung</b>	0.9	0.9	0.7	0.7	0.6	0.4	0.6	0.7
<b>Minimum</b>	7.7	7.7	10.2	10.1	10.5	9.8	11.0	9.7
<b>Maximum</b>	12.6	12.4	13.5	13.0	13.1	11.5	13.3	12.7

Tab. 37: Sohlenlänge (cm) der Klauen der rechten Beckengliedmasse während der Messtermine

	Termin 1		Termin 2		Termin 3		Termin 4	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	9.8	10.6	10.5	11.3	10.4	11.2	10.6	11.2
<b>Median</b>	9.8	10.6	10.4	11.4	10.5	11.2	10.5	11.2
<b>Modalwert</b>	10.5	11.2	10.0	11.5	10.5	11.4	10.0	11.7
<b>Standardabweichung</b>	0.7	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	1.0	0.7
<b>Minimum</b>	8.3	9.0	9.1	9.9	9.0	9.9	8.8	9.6
<b>Maximum</b>	11.6	12.2	11.9	12.8	12.2	12.6	13.7	12.3

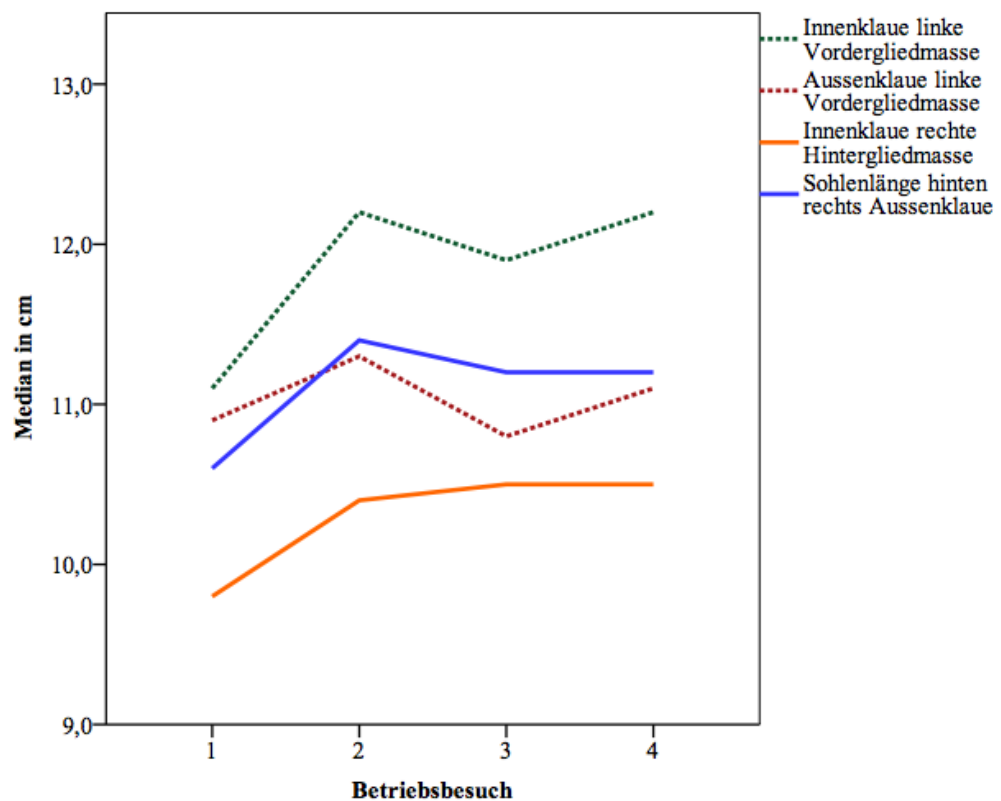


Abb. 14: Median (in cm) der Sohlenlänge der Klauen der linken Schulter- und der rechten Beckengliedmasse zum Zeitpunkt der Messtermine

Die Sohlenbreite der Klauen der Vordergliedmassen war bei jedem Messtermin breiter als die Sohle der Klauen der Hintergliedmassen. Die Aussenklauen wiesen dabei bei jedem Besuch, mit Ausnahme des zweiten Besuches, an dem die Sohlenbreite der Innen- und Aussenklaue der Vordergliedmassen gleich waren, eine breitere Sohle als die Innenklaue der jeweiligen Gliedmasse auf.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum erfolgte eine Zunahme der Sohlenbreite sowohl an den Aussenklauen als auch an den Innenklauen beider gemessenen Gliedmassen. An den Vordergliedmassen war die Zunahme der Sohlenbreite der Innenklaue vom ersten zum vierten Besuch signifikant, die Zunahme der Sohlenbreite an der Aussenklaue vom Anbindestall zum Laufstall jedoch nicht (Tab. 38).

Tab. 38: Sohlenbreite (cm) der Klauen der linken Vordergliedmasse während der Messtermine

	<b>Termin 1</b>		<b>Termin 2</b>		<b>Termin 3</b>		<b>Termin 4</b>	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	5.6	5.8	5.8	5.8	5.9	6.0	5.8	5.9
<b>Median</b>	5.6	5.8	5.8	5.8	5.8	6.0	5.8	5.9
<b>Modalwert</b>	5.6	5.9	5.9	5.8	5.8	5.7	5.6	5.9
<b>Standardabweichung</b>	0.3	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4
<b>Minimum</b>	5.1	5.0	5.3	5.0	5.3	5.2	5.1	5.0
<b>Maximum</b>	6.5	7.5	6.7	6.6	6.7	6.6	6.6	7.1

Auch an der Innenklaue der Hintergliedmassen konnte eine signifikante Zunahme der Sohlenbreite vom ersten Besuch im Vergleich zum vierten Besuch festgestellt werden. An der Aussenklaue der Hintergliedmassen konnte eine nicht signifikante Zunahme der Sohlenbreite vom ersten zum letzten Besuch festgestellt werden (Tab. 39).

Tab. 39: Sohlenbreite (cm) der Klauen der rechten Beckengliedmasse während der Messtermine

	<b>Termin 1</b>		<b>Termin 2</b>		<b>Termin 3</b>		<b>Termin 4</b>	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	4.9	5.5	4.9	5.6	5.0	5.6	5.1	5.6
<b>Median</b>	4.9	5.4	4.9	5.5	5.0	5.5	5.1	5.6
<b>Modalwert</b>	4.6	5.3	5.2	5.3	4.8	5.4	5.2	5.2
<b>Standardabweichung</b>	0.5	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.4
<b>Minimum</b>	4.2	4.9	3.8	4.4	4.3	5.2	4.6	4.9
<b>Maximum</b>	7.4	6.6	5.6	6.8	6.1	6.3	6.5	6.5

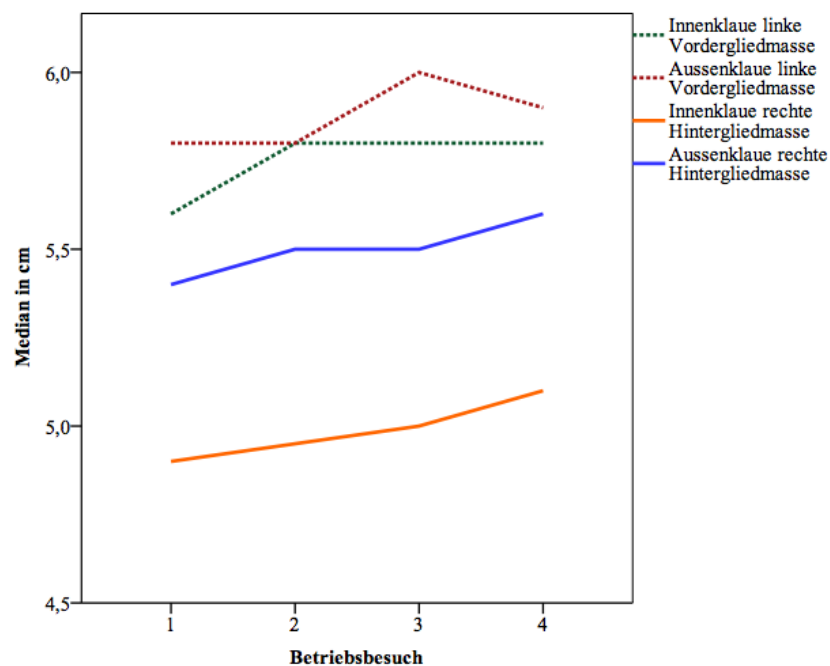


Abb. 15: Median (in cm) der Sohlenbreite der Klauen der linken Schulter- und der rechten Beckengliedmasse zum Zeitpunkt der Messtermine

Die Klauenlänge der Innenklaue und der Aussenklaue der Vordergliedmassen nahm vom ersten zum vierten Besuch zu (Tab. 40). An den Hintergliedmassen konnte sowohl an der Innen- als auch an der Aussenklaue beim ersten Besuch eine kürzere Klaue festgestellt werden als beim letzten Besuch (Tab. 41).

Tab. 40: Klauenlänge (cm) der Klauen der linken Vordergliedmasse während der Messtermine

	Termin 1		Termin 2		Termin 3		Termin 4	
Anzahl Kühe	57		42		33		35	
Klaue	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
Mittelwert	14.8	14.2	15.1	14.5	15.6	14.9	15.4	14.9
Median	14.9	14.3	15.2	14.5	15.4	14.8	15.6	14.9
Modalwert	15.6	14.3	15.7	14.6	15.6	14.7	15.7	14.7
Standardabweichung	0.7	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7	0.5	0.5
Minimum	13.0	12.5	13.4	13.2	14.2	13.9	14.3	13.6
Maximum	16.0	15.7	15.8	15.8	16.9	17.1	16.0	15.7

Sowohl an der Innenklaue als auch der Aussenklaue der linken Vorder- und den Klauen der rechten Hintergliedmasse konnte eine signifikante Zunahme der Klauenlänge vom ersten zum vierten Besuch festgestellt werden. Die Innenklaue der Vordergliedmassen wies bei jedem Messtermin eine längere Klaue auf als die entsprechende Aussenklaue.

Tab. 41: Klauenlänge (cm) der Klauen der rechten Beckengliedmasse während der Messtermine

	Termin 1		Termin 2		Termin 3		Termin 4	
<b>Anzahl Kühe</b>	57		42		33		35	
<b>Klaue</b>	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral	medial	lateral
<b>Mittelwert</b>	13.4	14.0	13.7	14.2	14.2	14.5	14.2	14.6
<b>Median</b>	13.5	14.1	13.6	14.2	14.1	14.6	14.0	14.6
<b>Modalwert</b>	13.9	13.8	13.7	14.3	13.9	13.7	14.0	14.6
<b>Standardabweichung</b>	0.7	0.8	0.6	0.8	0.6	0.8	0.7	0.7
<b>Minimum</b>	11.7	12.5	12.5	12.6	13.1	13.3	12.9	13.3
<b>Maximum</b>	15.0	15.6	14.9	15.8	15.6	16.3	16.0	15.9

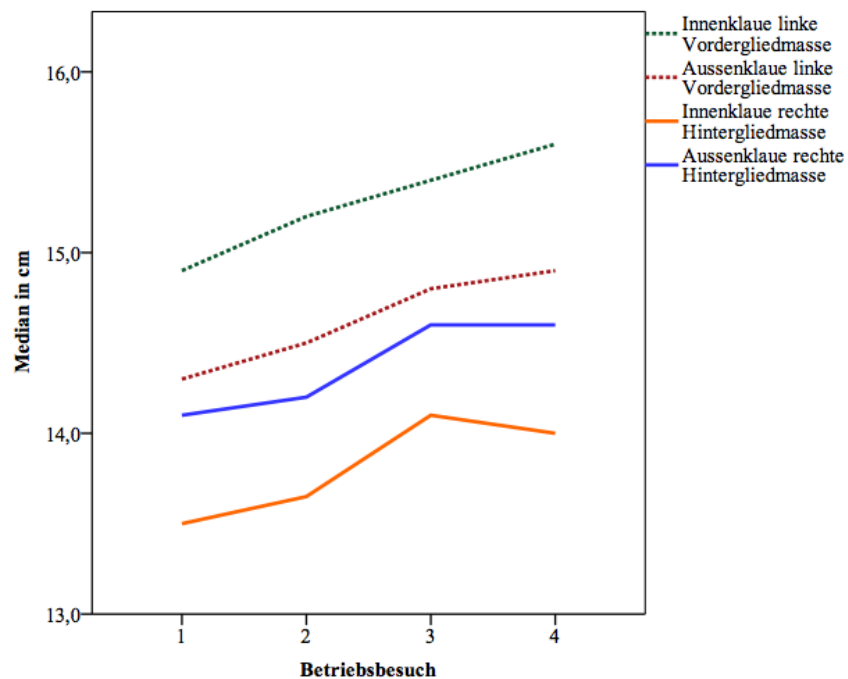


Abb. 16: Median (in cm) der Klauenlänge der Klauen der linken Schultergliedmasse und der rechten Beckengliedmasse zum Zeitpunkt der Messtermine



An der Hintergliedmasse war die Innenklaue bei jedem Besuch länger als die Aussenklaue. Die Kühe wiesen im Laufstall eine grössere Klauenlänge als im Anbindestall auf. Die Braunviehkühe wiesen sowohl bei der Dorsalwandlänge, dem Dorsalwandwinkel und der Ballenhöhe höhere Werte als die Holstein-Friesian- respektive Red-Holstein-Kühe auf. Bei den Red-Holstein-Kühen waren höhere Werte bei der Dorsalwandlänge und der Ballenhöhe, aber tiefere Werte beim Dorsalwandwinkel als Holstein-Friesian-Kühen festzustellen.

## 7. Diskussion

Unmittelbar nach der Umstallung mussten vermehrt Kühe wegen akuter Erkrankungen des Bewegungsapparats ausgemerzt werden. Ab dem zweiten Besuch hingegen wurden mehr Kühe wegen reduzierter Fruchtbarkeitsleistung oder mangelnder Milchleistung ausgemerzt. Dies weist darauf hin, dass die Kühe nach Umstallung in eine Laufstallhaltung eine gewisse Eingewöhnungszeit benötigen.

Bei allen vier Besuchen im Untersuchungszeitraum war die Prävalenz der Dermatitis digitalis, mit einem Minimum von 36.4 % und einem Maximum von 49.1 %, im untersuchten Betrieb höher als von Becker et al. (2014) für viele Betriebe der Schweiz und von Cramer et al. (2008) für viele Betriebe in Kanada beschrieben. Dies weist darauf hin, dass in diesem Betrieb die Prävalenz im Vergleich mit anderen Betrieben in der Schweiz überdurchschnittlich war. Trotz fortlaufender Behandlung blieb die Prävalenz der Klauenhautveränderungen bei jedem Messtermin hoch, was die Problematik der Behandlung dieser Erkrankung verdeutlicht. In der hier vorgelegten Untersuchung wurde wegen der Datenerhebung kein Einfluss auf die Behandlung genommen. Die Dermatitis digitalis machte 80.0 -86.8 % aller festgestellten Klauenhautveränderungen aus. Im untersuchten Laufstall waren in den Gängen zwischen den Boxen sowie zwischen Boxen und Futterkrippe Gummimatten vorhanden. Gummimatten als Laufunterlage im Stall können einen Faktor darstellen, welcher die Prävalenz von Dermatitis digitalis bei Kühen erhöht (Barker et al., 2009; Cramer et al., 2008; Somers et al., 2005). Neben dem Bodenbelag im Laufstall könnte auch die Klauenpflege für die in dieser vorgelegten Untersuchung hoch bleibenden Punktprävalenz von Dermatitis digitalis eine Rolle spielen (Becker et al., 2014b; Holzhauer et al., 2006), da zwischen den einzelnen behandelten Kühen zu diesem Zeitpunkt keine Reinigung und Desinfektion der verwendeten Instrumente stattfand; allerdings ist dies nur ein Faktor von vielen, welcher zur hoch bleibenden Punktprävalenz im Laufstall in der hier vorgelegten Untersuchung beigetragen haben kann. Zwischen dem Vorkommen von Klauenhautveränderungen und der Rasse konnte in der hier vorgelegten Untersuchung ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Kühe der Rasse Red-Holstein und Holstein-Friesian zeigten über den gesamten Untersuchungszeitraum mehr Hautveränderungen im Klauenbereich als Braunviehkühe, was die bereits dokumentierte erhöhte Empfänglichkeit der Holstein-Kühe (Barker et al., 2009; Holzhauer et al., 2006) für Dermatitis digitalis

unterstreicht. Ein weiterer Faktor der zur höheren Prävalenz von Dermatitis digitalis bei Red-Holstein- und Holstein-Friesian-Kühen beitragen könnte, war die Konformation des Hornschuhs. Bei den Braunviehkühen konnte in der eigenen Untersuchung ein höherer Ballen als bei den Red-Holstein- respektive Holstein-Friesian-Kühen festgestellt werden, weshalb der Zwischenklauenspalt bei Kühen dieser beiden Rassen vermutlich der Feuchtigkeit und dem Schmutz mehr ausgesetzt waren als der Zwischenklauenspalt der Braunviehkühe. Die Prävalenz für Dermatitis digitalis veränderte sich in der hier vorgelegten Untersuchung im Laufstall im Vergleich zum Anbindestall nicht signifikant. Eine mögliche Ursache dafür könnte sein, dass die Prävalenz im Anbindestall schon sehr hoch war und es somit kaum mehr zu einer Erhöhung respektive Verschlechterung der Situation im Laufstall kommen konnte. Als weitere mögliche Ursache für die hoch bleibende Prävalenz sind alle Faktoren der Laufstallhaltung, unter anderem die erhöhte Feuchtigkeit im Vergleich zum Anbindestall, anzusehen. Die Hypothese der Untersuchung betreffend Verschlechterung der Gesundheit der Haut im Bereich der Klauen konnte für die hier untersuchte Konstellation nicht angenommen werden, da sich die Situation im Laufstall im Vergleich mit dem Anbindestall nicht signifikant veränderte.

Im Verlauf des Untersuchungszeitraumes zeigte sich eine abnehmende Prävalenz von Hyperplasia interdigitalis. Diese Tendenz kann vermutlich dadurch erklärt werden, dass die Kühe sich im vorhandenen Laufstall vermehrt auf Gummimatten bewegen konnten. Gummimatten bieten eine verbesserte Griffigkeit für die Klauen und verhindern dadurch vermutlich ein Auseinanderschneiden der Klauen. Im Vergleich dazu bestand der Auslauf im Anbindestall aus Beton, der vor allem bei Nässe rutschiger sein kann als Gummimatten. Auch der zusätzlich zur Bewegung im Laufstall regelmässige Weidegang kann zu einer Verbesserung der Klauengesundheit (Chapinal et al., 2013; Rutherford et al., 2009) beigetragen haben, obwohl Weidegang im Sommer auch im Anbindestall gegeben war. Die in der hier vorgelegten Untersuchung diagnostizierten Klauenerkrankungen sind auch in der vorhandenen Literatur regelmässig genannt (Becker et al., 2014a; Manske et al., 2002b; Somers et al., 2003). Dabei war nicht nur die Häufigkeit der Ballenhornfäule in der vorliegenden Untersuchung höher als in früheren Untersuchungen (Becker et al. 2014a; Manske et al., 2002b, Somers et al., 2003), sondern auch die Häufigkeiten von Sohlengeschwüren, Sohlenblutungen und Weisse-Linie-Defekte (Becker et al., 2014). Trotz starker Abnahme der Klauenrehe-Punktprävalenz kam es zu einem signifikanten Anstieg der Anzahl Kühe mit Klauenhornläsionen. Ursache dafür war die starke Zunahme von Ballenhornfäule im Zeitraum der vier Betriebsbesuche. Im Laufstall nahmen gegen Ende

des Untersuchungszeitraumes hin auch Wandläsionen tendenziell zu. Die erhöhte Punktprävalenz von Defekten der weissen Linie im Laufstall stimmt mit der Untersuchung von Cramer et al. (2008) überein. Mögliche Ursachen für den Anstieg der Hornläsionen im Bereich der Wand des Hornschuhs im Laufstall sind zum einen ein aufgeweichter Hornschuh durch die erhöhte Feuchtigkeit im Laufstall, und zum anderen die vermehrte Bewegung der Kühe. Eine erhöhte Feuchtigkeit im Bereich der Klauen wird auch durch die Liegeboxen im Laufstall verursacht, wenn diese kotverschmutzt und deshalb feuchter sind (Tucker et al., 2004), was in der eigenen Untersuchung nicht der Fall war.

Beim zweiten Besuch konnte man in der hier vorgelegten Untersuchung nach der Umstallung in den Laufstall einen starken Anstieg von Sohlengeschwüren feststellen. Möglicherweise war dieser Anstieg eine Folge davon, dass bei sehr vielen Kühen im Anbindestall viele Anzeichen von Klauenrehe feststellbar waren und diese in der ersten Zeit der Umstallung aufgrund des geschwächten Aufhängeapparates zu Sohlengeschwüren führten. Im Gegensatz jedoch zur vorhandenen Literatur (Cramer et al., 2008; Sogstad et al., 2005) erfolgte nach diesem ersten Anstieg im Laufstall eine Abnahme der Sohlengeschwüre. In Übereinstimmung mit Murray et al. (1996), Chapinal et al. (2009), Cramer et al. (2008) und Somers und O'Grady et al. (2015), wiesen die Klauen der Hintergliedmassen in der hier vorgelegten Untersuchung mehr Hornläsionen auf als die Klauen der Vordergliedmassen. Die Klauengesundheit verbesserte sich im untersuchten Betrieb hinsichtlich der Sohlengeschwüre und der Klauenrehe, was auf betriebsspezifische Einflüsse wie Boxengrösse, Komfort der Liegefläche und eine gute Kombination von Gummi- und Betonboden zurückzuführen sein kann.

Andererseits erfolgte eine signifikante Zunahme von Kühen mit Klauenhornläsionen im Untersuchungszeitraum, was jedoch vor allem auf den starken Anstieg der Tiere mit Ballenhornfäule zurückzuführen ist. Die zu Beginn aufgestellte Hypothese, dass sich im Laufstall die Gesundheit der Klauen im Vergleich zum Anbindestall verschlechtert, wird in der hier vorgelegten Untersuchung lediglich durch den signifikanten Anstieg der Ballenhornfäule und die leichte Zunahme von Wandläsionen gestützt.

Die Messung der Cortisolkonzentrationen in den Schwanzhaaren (Braun et al., 2017a; Comin et al., 2013; Moya et al., 2013) wurde als Mittel zur Bestimmung des Einflusses der Umstallung als Stressfaktor für die Tiere in der hier vorgelegten Untersuchung gewählt. Tatsächlich erhöhten sich die Cortisolkonzentrationen in den Schwanzhaaren von der Anbindehaltung zur Laufstallhaltung der Umstallung signifikant, was darauf hinweist, dass dies eine Stresssituationen für die Tiere darstellte. Die Umstallung als Stressfaktor wird auch

in anderen Studien beschrieben (Comin et al., 2011; Comin et al., 2013; Moya et al., 2013). Die neue Umgebung und die Änderungen in der Haltung stellten für die Kühe neben der Umstallung wohl ebenfalls Stressfaktoren dar. So wurden im Anbindestall jeweils immer die Kühe zusammen auf die Weide respektive in den Auslauf gelassen, welche auf der gleichen Stallseite gehalten wurden. Im Laufstall gab es hingegen keine Trennung der zwei Gruppenhälften mehr, wodurch die Kühe der zwei Hälften zum ersten Mal aufeinandertrafen. Weiter erfolgten Veränderungen in der Zusammensetzung der kleinen Herde in Form von Abgängen respektive Neuzugängen. Dadurch wurden vermutlich häufiger Rangordnungskämpfe ausgetragen. Weiter kam wahrscheinlich die tägliche Konkurrenz um die besten Liege-, Steh- und Futterplätze im Laufstall dazu. Neben Untersuchungen bei Kühen konnte auch bei anderen Tierarten ein Anstieg der Cortisolkonzentrationen in den Haaren nach einem Wechsel der gewohnten Umgebung festgestellt werden (Davenport et al., 2006). Nicht zu vernachlässigen ist aber die Tatsache, dass die Haarproben beim zweiten Messtermin gewonnen wurden und zu diesem Zeitpunkt ein Anstieg von Klauenhornläsionen festgestellt werden konnte. Die Cortisolkonzentrationen der Kühe mit Klauenhornläsionen, welche die Kühe beim ersten Besuch hatten oder beim zweiten Besuch festgestellt werden konnten, unterschieden sich jedoch nicht signifikant von denen der Kühe, die keine Klauenhornläsionen aufwiesen. Dies deutet darauf hin, dass die festgestellten Klauenhornläsionen (als Einheit) bei den untersuchten Kühen keinen Einfluss auf die Cortisolkonzentration hatten. Da kaum Lahmheiten festgestellt wurden, dürften die Schmerzen der unkomplizierten Klauenerkrankungen nicht für eine Erhöhung des Cortisolspiegels ausgereicht haben.

Lahmheiten, die zu einem Anstieg der Cortisolkonzentrationen in den Schwanzhaaren führen, wurden allerdings als chronische Stressfaktoren identifiziert (Comin et al. 2013). Im Anbindestall lagen die Cortisolkonzentrationen innerhalb der Referenzwerte der Literatur (Braun et al., 2017a; Braun et al., 2017b), wohingegen sie im Laufstall leicht höher als diese waren. Der Vergleich der erhaltenen Cortisolkonzentrationen mit den Werten aus der Literatur erweist sich aber als problematisch, da zum Teil nicht die gleichen Stellen beprobt oder nicht die gleichen Messmethoden verwendet wurden. Russell et al. (2015) konnten bei einer vergleichenden Untersuchung feststellen, dass die Cortisolkonzentrationen, welche mit Immunoassay-Tests ermittelt wurden, 2,5- bis 20mal höher waren als wenn Massenspektrometrie in Kombination mit Gaschromatographie für die Analyse eingesetzt wurde, welche als Goldstandard angesehen wird. Die Referenzwerte von Braun et al. (2017a;

2017b) wurden mit der gleichen Messmethode wie in der hier vorgelegten Untersuchung analysiert.

Beim Menschen wurde ein «Auswascheffekt» des Cortisols beschrieben. Dabei kam es zu einer Senkung der Cortisolkonzentration bei zunehmendem Alter der Haare. Je weiter das Segment von der Haarwurzel entfernt war, desto niedriger waren die Cortisolkonzentrationen (Kirschbaum et al., 2009). Davenport et al. (2006) konnten jedoch bei Rhesusaffen keine Senkung der Haarcortisolkonzentration bei zunehmenden Alter der Haaranteile feststellen. Da in der hier vorgelegten Untersuchung das körperferne Segment signifikant tiefere Cortisolkonzentrationen aufwies als das körpernahe Segment, müsste ein solcher Auswascheffekt in Betracht gezogen werden. Denkbar wäre es, dass es durch äussere Einflussfaktoren wie zum Beispiel häufiger Weidegang (Regen, Sonneneinstrahlung), aber auch durch mechanischen Abrieb der Haare in einem gewissen Masse ein Verlust des Cortisols in den Haaren aufgetreten sein könnte.

In der hier vorgelegten Untersuchung hatten Holstein-Friesian-Kühe eine (nicht signifikant) höhere Haarcortisolkonzentration als Kühe der Braunviehrasse. Letztere hatten einen gleich hohen Median wie Red-Holstein-Kühe. Auch Braun et al. (2017a) konnten (allerdings signifikant) höhere Haarcortisolkonzentrationen bei Holstein-Friesian-Kühen im Vergleich zu Kühen der Braunviehrasse feststellen. Ausserdem wurden in bisher durchgeführten Untersuchungen in helleren Haaren (weniger Pigment enthaltend) höhere Cortisolkonzentrationen als in dunkleren Haaren nachgewiesen (Burnett et al., 2014; Gonzalez-de-la-Vara et al., 2011).

Die Hypothese der hier vorgelegten Untersuchung, dass die Cortisolkonzentrationen in den Schwanzhaaren im Laufstall höher sind als im Anbindestall, kann mit den oben genannten Einschränkungen angenommen werden.

Die Entwicklung von Technopathien bei Kühen nach einem Wechsel des Haltungssystems wurde bisher in der zugänglichen Literatur nicht dokumentiert. In Untersuchungen aus der Schweiz (Busato et al., 2000; Regula et al., 2004) wurden bisher niedrigere Prävalenzen als in der hier vorgelegten Untersuchung festgestellt. Nach Regula et al. (2000) betrug die Prävalenz von Technopathien am Tarsalgelenk (inklusive Rötung und Schwellung) für Schweizer Ställe zwischen 3.0 und 21.0 %. Im Anbindestall der hier vorgelegten Untersuchung konnte hingegen eine Prävalenz von 40.3 % für Haarverluste an den Tarsalgelenken festgestellt werden. Diese Prävalenz ist zwar hoch, jedoch tiefer als Potterton et al. (2011) für Laufställe in England (87.4 %) beschrieben hatten. Im hier untersuchten Laufstall konnte bereits bei der

ersten Untersuchung nach der Umstallung eine signifikante Verbesserung sowohl der Haarverluste als auch der Erosionen festgestellt werden. Die Verbesserung betraf sowohl die Karpalgelenke als auch die Tarsalgelenke. Geringere Punktprävalenzen von Technopathien im Laufstall verglichen mit der Haltung von Kühen im Anbindestall wurden auch von Regula et al. (2000) und Busato et al. (2004) festgestellt.

In der hier vorgelegten Untersuchung erfolgten zwei Besuche im Sommer, ein Besuch im Herbst und ein Besuch im Frühling. Im Gegensatz zur Untersuchung von Kielland et al. (2009), zeigte die Entwicklung der Technopathien im Untersuchungszeitraum keine Hinweise auf Saisonalität. Die Prävalenzen der Technopathien, sowohl an den Karpalgelenken als auch an den Tarsalgelenken, sanken signifikant vom ersten bis zum letzten Besuch. Mögliche Faktoren, welche zu dieser Senkung der Prävalenz beigetragen haben, sind wahrscheinlich die grösseren Boxen im Laufstall, die geeignetere Einstreu in den Boxen des Laufstalls sowie deren Unterlage. Die Läger im Anbindestall hatten eine Länge von 190 cm und eine Breite von 111 bis 118 cm. Die Boxen im Laufstall wiesen hingegen eine Länge von 200 cm und eine Breite von 120 cm auf, weshalb die Tiere mehr Platz in den jeweiligen Boxen hatten und somit ein physiologischeres Abliege- und Aufstehverhalten zeigen konnten. Bereits beschrieben wurde die positive Korrelation zwischen grösseren Liegebereichen und der Gesundheit der Tarsal- und Karpalgelenke von Fulwider et al. (2007), Kielland et al. (2009) und Zaffino Heyerhoff et al. (2014). Neben der Boxengrösse spielte jedoch vermutlich auch die Unterlage der Liegefläche in den Liegeboxen eine grosse Rolle für die Reduzierung der Technopathien nach der Umstallung der Kühe. Im Anbindestall bestand die Unterlage der Liegeflächen in 25 Fällen aus einer Komfortgummimatte und in 43 Fällen aus einer normalen Gummimatte. Im Laufstall bestand die Unterlage für die ca. 15 bis 20 cm hohe Stroh-Kalk-Mist Einstreu aus Erde, die wahrscheinlich zu einer zusätzlichen Polsterung für die liegenden Kühe führte. Die Einstreu im Anbindestall bestand aus Langstroh, welches einmal täglich erneuert wurde. Nach eigenen Beobachtungen verschob sich die Einstreu beim Abliegen und beim Aufstehen der Tiere, so dass sich im Verlauf des Tages ein grosser Teil der Einstreu nicht mehr auf dem Läger befand und somit nicht mehr zu einer effizienten Polsterung der Unterlage für die Kühe beitrug. Die Tiefe der Einstreu und somit auch die Polsterung für exponierte Körperstellen wie das Tarsalgelenk nahmen dadurch ab. Dadurch erfolgte eine vermehrte Belastung exponierter Körperregionen. Diese äusserte sich in einer höheren Punktprävalenz von Läsionen am Tarsalgelenk.

Im Laufstall der hier vorgelegten Untersuchung wurden die Boxen nach hinten durch einen leicht erhöhten Holzrahmen begrenzt. Dadurch wurde die Einstreu besser an Platz gehalten

als im Anbindestall. Brenninkmeyer et al. (2013) wiesen ebenfalls eine geringere Prävalenz von Technopathien nach bei Vorhandensein einer hinteren erhöhten Abgrenzung der Boxen nach. Bezüglich der Technopathien an den Karpalgelenken respektive an den Tarsalgelenken kann die Hypothese zur Verschlechterung der Gliedmassengesundheit im Laufstall für die in der vorgelegten Untersuchung beschriebene Konstellation abgelehnt werden.

Die Umstallung wirkte sich auch auf die Klauenparameter aus. So wurden die Klauen durch die Zunahme der Klauenlänge respektive Dorsalwandlänge und die Abnahme des Dorsalwandwinkels über den Verlauf des Untersuchungszeitraumes länger. Einzig zwischen dem ersten und dem zweiten Besuch konnte eine Abnahme der Dorsalwandlänge der Klauen der Vordergliedmassen festgestellt werden, was auf die vermehrte Bewegung der Tiere im Laufstall schliessen lässt. Andererseits erfolgte aber auch eine Zunahme der Ballengrösse, sowohl in der Länge als auch in dessen Höhe und Breite. In der vorgelegten Untersuchung waren die Ballenabmessungen für die Aussenklaue der Hintergliedmasse jeweils grösser als für die entsprechende Innenklaue. Dieser Grössenunterschied wurde bereits von Nuss und Paulus (2006) beschrieben. Für die festgestellten Unterschiede der acht gemessenen Klauenparameter nach der Umstallung sind mehrere Ursachen verantwortlich. Eine Ursache könnte die Laufunterlage im Laufstall sein. Im Laufstall war der Betonboden in allen Laufgängen mit Ausnahme der kurzen Zwischengänge und des Auslaufes mit Gummimatten ausgelegt. Gummimatten sind schonender als beispielsweise Beton als Laufunterlage, weshalb das weichere Horn im Ballenbereich weniger stark abgenützt wird und die Kühe im Laufstall einen grösseren Ballen hatten. Ein weiterer wichtiger Grund stellte auch die Erfahrung des Klauenpflegers dar, welcher sich vor der Umstallung bewusst darüber war, dass man bei der Klauenpflege im Laufstall das Horn der Klauen nicht im gleichen Masse abtragen kann wie im Anbindestall und deshalb bei jeder Klauenpflege ein übermässiges Abtragen des Horns vermied. Die Resultate unterliegen sicherlich zum Teil dem Einfluss der regelmässigen Besuche, weil bei jedem Besuch allfällige Veränderungen der Haut im Zehenendbereich oder Hornschuhläsionen behandelt wurden. Allerdings ist dieser Einfluss als gering einzuschätzen, weil der zuständige Klauenpfleger sich auch ausserhalb der Besuche sehr intensiv um die Klauengesundheit der Kühe dieses Bestandes gekümmert hat.

### **Schlussfolgerungen:**

Obwohl die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zur Klauen- und Gliedmassengesundheit sowie Haarcortisolkonzentrationen bei Kühen nach Umstellung von



Anbinde- auf Laufstallhaltung aus einem Einzelbetrieb stammen und somit in Anbetracht betriebsspezifischer Managementfaktoren nicht ohne weiteres auf andere umstellende Betriebe übertragbar sind, konnten einzigartige Einsichten in die Entwicklung der Klauengesundheit bei Kühen in einer Haltungsumstellung erzielt werden, welche detailliert dokumentiert, deskriptiv dargestellt und ausgewertet wurden.

Durch die wiederholte und detaillierte Dokumentation traten vermutlich mehr Einzelheiten und Veränderungen zutage als in Untersuchungen, die eine grosse Anzahl von Tieren und Beständen betrafen. Auch die hohe Prävalenz von Technopathien im Anbindestall in der hier vorgelegten Untersuchung im Vergleich mit bisherigen Untersuchungen für die Schweiz kann dadurch teilweise erklärt werden.

Die grösseren und bequemer Liegeboxen im Laufstall hatten wahrscheinlich den grössten Einfluss auf die sinkende Punktprävalenz und die Ausprägung der Technopathien an den Karpal- und Tarsalgelenken und der Klauenrehe. Dass die Klauenhornläsionen zunahmen und die Klauenhautläsionen nicht abnahmen, muss als Einfluss der Feuchtigkeit im Laufstall gewertet werden. Dass die Punktprävalenz von Sohlengeschwüren abnahm, kann auf den Einfluss der Gummimatten auf den Laufflächen und der komfortablen Boxen zurückgeführt werden.

## 8. Literaturverzeichnis

1. Amory, J.R., Kloosterman, P., Barker, Z.E., Wright, J.L., Blowey, R.W., Green, L.E., 2006. Risk Factors for Reduced Locomotion in Dairy Cattle on Nineteen Farms in The Netherlands. *Journal of Dairy Science* 89, 1509-1515.
2. Barker, Z.E., Amory, J.R., Wright, J.L., Mason, S.A., Blowey, R.W., Green, L.E., 2009. Risk factors for increased rates of sole ulcers, white line disease, and digital dermatitis in dairy cattle from twenty-seven farms in England and Wales. *Journal of Dairy Science* 92, 1971-1978.
3. Barrientos, A.K., Chapinal, N., Weary, D.M., Galo, E., von Keyserlingk, M.A.G., 2013. Herd-level risk factors for hock injuries in freestall-housed dairy cows in the northeastern United States and California. *Journal of Dairy Science* 96, 3758-3765.
4. Becker, J., Steiner, A., Kohler, S., Koller-Bähler, A., Wüthrich, M., Reist, M., 2014a. Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: I. Prevalence. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 156, 71-78.
5. Becker, J., Steiner, A., Kohler, S., Koller-Bähler, A., Wüthrich, M., Reist, M., 2014b. Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: II. Risk factors. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 156, 79-89.
6. Bergsten, C., 2001. Effects of conformation and management system on hoof and leg diseases and lameness in dairy cows. *Veterinary clinics of North America. Food Animal Practice* 17, 1-23.
7. Bicalho, R.C., Oikonomou, G., 2013. Control and prevention of lameness associated with claw lesions in dairy cows. *Livestock Science* 156, 96-105.
8. Bielfeldt, J.C., Badertscher, R., Tölle, K.-H., Krieter, J., 2005. Risk factors influencing lameness and claw disorders in dairy cows. *Livestock Production Science* 95, 265-271.
9. Boumba, V.A., Ziavrou, K.S., Vougiouklakis, T., 2006. Hair as a biological indicator of drug use, drug abuse or chronic exposure to environmental toxicants. *International Journal of Toxicology* 25, 143-163.
10. Braun, U., Clavadetscher, G., Baumgartner, M.R., Riond, B., Binz, T.M., 2017a. Hair cortisol concentration and adrenal gland weight in healthy and ill cows. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 159, 493-495.
11. Braun, U., Michel, N., Baumgartner, M.R., Hässig, M., Binz, T.M., 2017b. Cortisol concentration of regrown hair and hair from a previously unshorn area in dairy cows. *Research in Veterinary Science* 114, 412-415.
12. Brenninkmeyer, C., Dippel, S., Brinkmann, J., March, S., Winckler, C., Knierim, U., 2013. Hock lesion epidemiology in cubicle housed dairy cows across two breeds, farming systems and countries. *Preventive Veterinary Medicine* 109, 236-245.
13. Burnett, T.A., Madureira, A.M.L., Silper, B.F., Nadalin, A., Tahmasbi, A., Veira, D.M., Cerri, R.L.A., 2014. Short communication: Factors affecting hair cortisol concentrations in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 97, 7685-7690.
14. Burnett, T.A., Madureira, A.M.L., Silper, B.F., Tahmasbi, A., Nadalin, A., Veira, D.M., Cerri, R.L.A., 2015. Relationship of concentrations of cortisol in hair with health, biomarkers in blood, and reproductive status in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 98, 4414-4426.
15. Burow, E., Thomsen, P.T., Rousing, T., Sorensen, J.T., 2013. Daily grazing time as a risk factor for alterations at the hock joint integument in dairy cows. *Animal* 7:1, 160-166.

16. Busato, A., Trachsel, P., Blum, J.W., 2000. Frequency of Traumatic Cow Injuries in Relation to Housing Systems in Swiss Organic Dairy Herds. *Journal of Veterinary Medicine* 47, 221-229.
17. Calamari, L., Calegari, F., Stefanini, L., 2009. Effect of different free stall surfaces on behavioural, productive and metabolic parameters in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 120, 9-17.
18. Carroll, J.A., Burdick Sanchez, N.C., 2014. Bill E. Kunkle Interdisciplinary Beef Symposium: Overlapping physiological responses and endocrine biomarkers that are indicative of stress responsiveness and immune function in beef cattle. *Journal of Animal Science* 92, 5311-5318.
19. Cha, E., Hertl, J.A., Bar, D., Gröhn, Y.T., 2010. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Preventive Veterinary Medicine* 97, 1-8.
20. Chapinal, N., Barrientos, A.K., von Keyserlingk, M.A.G., Galo, E., Weary, D.M., 2013. Herd-level risk factors for lameness in freestall farms in the northeastern United States and California. *Journal of Dairy Science* 96, 318-328.
21. Chapinal, N., de Passillé, A.M., Rushen, J., Wagner, S., 2010. Automated methods for detecting lameness and measuring analgesia in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 93, 2007-2013.
22. Chapinal, N., de Passillé, A.M., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G., Rushen, J., 2009. Using gait score, walking speed, and lying behavior to detect hoof lesions in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92, 4365-4374.
23. Chapinal, N., Weary, D.M., Collings, L., von Keyserlingk, M.A.G., 2014. Lameness and hock injuries improve on farms participating in an assessment program. *The Veterinary Journal* 202, 646-648.
24. Comin, A., Peric, T., Corazzin, M., Veronesi, M. C., Meloni, T., Zufferli, V., Cornacchia, G., Prandi, A., 2013. Hair cortisol as a marker of hypothalamic-pituitary-adrenal axis activation in Friesian dairy cows clinically or physiologically compromised. *Livestock Science* 152, 36-41.
25. Comin, A., Peric, T., Montillo, M., Faustini, M., Zfferli, V., Cappa, A., Cornacchia, G., Prandi, A., 2012. Hair Cortisol Levels to Monitor Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis Activity in Healthy Dairy Cows. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 11, 3623-3626.
26. Comin, A., Prandi, A., Peric, T., Corazzin, M., Dovier, S., Bovolenta, S., 2011. Hair cortisol levels in dairy cows from winter housing to summer highland grazing. *Livestock Science* 138, 69-73.
27. Cook, N.B., 2003. Prevalence of lameness among dairy cattle in Wisconsin as a function of housing type and stall surface. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 223, 1324-1328.
28. Cramer, G., Lissemore, K.D., Guard, C.L., Leslie, K.E., Kelton, D.F., 2008. Herd- and Cow-Level Prevalence of Foot Lesions in Ontario Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 91, 3888-3895.
29. Davenport, M.D., Tiefenbacher, S., Lutz, C.K., Novak, M.A., Meyer, J.S., 2006. Analysis of endogenous cortisol concentrations in the hair of rhesus macaques. *General and Comparative Endocrinology* 147, 255-261.
30. Deluyker, H.A., Gay, J.M., Weaver, L.D., Azari, A.S., 1991. Change of Milk Yield with Clinical Diseases for a High Producing Dairy Herd. *Journal of Dairy Science* 74, 436-445.

31. Dippel, S., Dolezal, M., Brenninkmeyer, C., Brinkmann, J., March, S., Knierim, U., Winckler, C., 2009. Risk factors for lameness in freestall-housed dairy cows across two breeds, farming systems, and countries. *Journal of Dairy Science* 92, 5476-5486.
32. Enting H., Kooij D., A.A. Dijkhuizen, Huirne R.B.M., Noordhuizen-Stassen E.N., 1997. Economic losses due to clinical lameness in dairy cattle. *Livestock Production Science* 49, 259-267.
33. Espejo, L.A., Endres, M.I., 2007. Herd-level risk factors for lameness in high-producing holstein cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science* 90, 306-314.
34. Espejo, L.A., Endres, M.I., Salfer, J.A., 2006. Prevalence of lameness in high-producing holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *Journal of Dairy Science* 89, 3052-3058.
35. Flower, F.C., Sanderson, D.J., Weary, D.M., 2006. Effects of milking on dairy cow gait. *Journal of Dairy Science* 89, 2084-2089.
36. Frankena, K., Somers, J.G.C.J., Schouten, W.G.P., van Stek, J.V., Metz, J.H.M., Stassen, E.N., Graat, E.A.M., 2009. The effect of digital lesions and floor type on locomotion score in Dutch dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 88, 150-157.
37. Fulwider, W.K., Grandin, T., Garrick, D.J., Engle, T.E., Lamm, W.D., Dalsted, N.L., Rollin, B.E., 2007. Influence of free-stall base on tarsal joint lesions and hygiene in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 3559-3566.
38. Gonzalez-de-la-Vara M.d.R., Valdez, R.A., Lemus-Ramirez, V., Vazquez-Chagoyan, J.C., Villa-Godoy, A.-G., Romano, M.C., 2011. Effects of adrenocorticotrophic hormone challenge and age on hair cortisol concentrations in dairy cattle. *Canadian Journal of Veterinary Research* 75, 216-221.
39. Green, L.E., Hedges, V.J., Schukken, Y.H., Blowey, R.W., Packington, A.J., 2002. The Impact of Clinical Lameness on the Milk Yield of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 85, 2250-2256.
40. Gregory, N., Craggs, L., Hobson, N., Krogh, C., 2006. Softening of cattle hoof soles and swelling of heel horn by environmental agents. *Food and Chemical Toxicology* 44, 1223-1227.
41. Häggman, J., Juga, J., 2013. Genetic parameters for hoof disorders and feet and leg conformation traits in Finnish Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 96, 3319-3325.
42. Haskell, M.J., Rennie, L.J., Howell, V.A., Bell, M.J., Lawrence, A.B., 2006. Housing System, Milk Production, and Zero-Grazing Effects on Lameness and Leg Injury in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 89, 4259-4266.
43. Hernandez-Mendo, O., von Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M., Weary, D.M., 2007. Effects of pasture on lameness in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 1209-1214.
44. Holzhauser, M., Hardenberg, C., Bartels, C.J.M., Frankena, K., 2006. Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. *Journal of Dairy Science* 89, 580-588.
45. Hultgren, J., Bergsten, C., 2001. Effects of a rubber-slatted flooring system on cleanliness and foot health in tied dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 52, 75-89.
46. Huxley, J.N., 2013. Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. *Livestock Science* 156, 64-70.
47. Keil, N.M., Wiederkehr, T.U., Friedli, K., Wechsler, B., 2006. Effects of frequency and duration of outdoor exercise on the prevalence of hock lesions in tied Swiss dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 74, 142-153.
48. Kester, E., Holzhauser, M., Frankena, K., 2014. A descriptive review of the prevalence and risk factors of hock lesions in dairy cows. *The Veterinary Journal* 202, 222-228.

49. Kielland, C., Ruud, L.E., Zanella, A.J., Østerås, O., 2009. Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway. *Journal of Dairy Science* 92, 5487-5496.
50. Kirschbaum, C., Tietze, A., Skoluda, N., Dettenborn, L., 2009. Hair as a retrospective calendar of cortisol production-Increased cortisol incorporation into hair in the third trimester of pregnancy. *Psychoneuroendocrinology* 34, 32-37.
51. Kremer, P.V., Nueske, S., Scholz, A.M., Foerster, M., 2007. Comparison of Claw Health and Milk Yield in Dairy Cows on Elastic or Concrete Flooring. *Journal of Dairy Science* 90, 4603-4611.
52. Laursen, M.V., Boelling, D., Mark, T., 2009. Genetic parameters for claw and leg health, foot and leg conformation, and locomotion in Danish Holsteins. *Journal of Dairy Science* 92, 1770-1777.
53. Laven, R., Livesey, C., 2011. Getting to grips with hock lesions in cattle. *The Veterinary Record* 169, 632-633.
54. Leonard, F.C., O'Connell, J., O'Farrell, K., 1994. Effect of different housing conditions on behaviour and foot lesions in Friesian heifers. *The Veterinary Record* 134, 490-494.
55. Lim, P.Y., Huxley, J.N., Green, M.J., Othman, A.R., Potterton, S.L., Brignell, C.J., Kaler, J., 2015. Area of hock hair loss in dairy cows: Risk factors and correlation with a categorical scale. *The Veterinary Journal* 203, 205-210.
56. Logue, D.N., Offer, J.E., 2001. The effect of forage type on foot health in dairy heifers. *The Veterinary Journal* 162, 7-8.
57. Lombard, J.E., Tucker, C.B., von Keyserlingk, M.A.G., Koprul, C.A., Weary, D.M., 2010. Associations between cow hygiene, hock injuries, and free stall usage on US dairy farms. *Journal of Dairy Science* 93, 4668-4676.
58. Manske, T., Hultgren, J., Bergsten, C., 2002a. The effect of claw trimming on the hoof health of Swedish dairy cattle. *Preventive Veterinary Medicine* 54, 113-129.
59. Manske, T., Hultgren, J., Bergsten, C., 2002b. Prevalence and interrelationships of hoof lesions and lameness in Swedish dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 54, 247-263.
60. Mormede, P., Andanson, S., Auperin, B., Beerda, B., Guemene, D., Malmkvist, J., Manteca, X., Manteuffel, G., Prunet, P., van Reenen, C.G., Richard, S., Veissier, I., 2007. Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiology and Behavior* 92, 317-339.
61. Moya, D., Schwartzkopf-Genswein, K.S., Veira, D.M., 2013. Standardization of a non-invasive methodology to measure cortisol in hair of beef cattle. *Livestock Science* 158, 138-144.
62. Murray, R.D., Downham, D.Y., Clarkson, M.J., Faull, W.B., Hughes, J.W., Manson, F.J., Merritt, J.B., Russell, W.B., Sutherst, J.E., Ward, W.R., 1996. Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. *The Veterinary Record* 138, 586-591.
63. Navarro, G., Green, L.E., Tadich, N., 2013. Effect of lameness and lesion specific causes of lameness on time budgets of dairy cows at pasture and when housed. *The Veterinary Journal* 197, 788-793.
64. Norring, M., Manninen, E., de Passillé, A.M., Rushen, J., Munksgaard, L., Saloniemi, H., 2008. Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91, 570-576.
65. Nuss, K., Kolp, E., Braun, U., Weidmann, E., Hässig, M., 2014. Klauengröße von Schottischen Hochland-Kühen nach Weide- und Laufstallhaltung. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 156, 433-440.

66. Nuss, K., Weidmann, E., 2013. Sprunggelenksschäden bei Milchkühen – eine Übersicht. *Tierärztliche Praxis* 41, 234-244.
67. Nuss, K., Paulus, N., 2006. Measurements of claw dimensions in cows before and after functional trimming: a post-mortem study. *Veterinary journal* 172, 284-292.
68. Onyiro, O.M., Offer, J., Brotherstone, S., 2008. Risk factors and milk yield losses associated with lameness in Holstein-Friesian dairy cattle. *Animal* 2:8, 1230-1237.
69. Peric, T., Comin, A., Corazzin, M., Montillo, M., Cappa, A., Campanile, G., Prandi, A., 2013. Short communication: Hair cortisol concentrations in Holstein-Friesian and crossbreed F<sub>1</sub> heifers. *Journal of Dairy Science* 96, 3023-3027.
70. Potterton, S.L., Green, M.J., Harris, J., Millar, K.M., Whay, H.R., Huxley, J.N., 2011a. Risk factors associated with hair loss, ulceration, and swelling at the hock in freestall-housed UK dairy herds. *Journal of Dairy Science* 94, 2952-2963.
71. Potterton, S.L., Green, M.J., Millar, K.M., Brignell, C.J., Harris, J., Whay, H.R., Huxley, J.N., 2011b. Prevalence and characterisation of, and producers' attitudes towards, hock lesions in UK dairy cattle. *The Veterinary Record* 169, 634.
72. Regula, G., Danuser, J., Spycher, B., Wechsler, B., 2004. Health and welfare of dairy cows in different husbandry systems in Switzerland. *Preventive Veterinary Medicine* 66, 247-264.
73. Rügsegger, F., 2011. Längenunterschied zwischen lateralem und medialem Zehenskelett bei Kühen mit Rusterholzschon Sohlengeschwüren im Vergleich zu Kühen mit gesunden Klauen. Dissertation, Universität Zürich.
74. Russell, E., Kirschbaum, C., Laudenslager, M.L., Stalder, T., de Rijke, Y., van Rossum, E.F.C., Van Uum, S., Koren, G., 2015. Toward standardization of hair cortisol measurement: Results of the first international interlaboratory round robin. *Therapeutic Drug Monitoring Volume* 37, 71-75.
75. Rutherford, K.M.D., Langford, F.M., Jack, M.C., Sherwood, L., Lawrence, A.B., Haskell, M.J., 2008. Hock Injury Prevalence and Associated Risk Factors on Organic and Nonorganic Dairy Farms in the United Kingdom. *Journal of Dairy Science* 91, 2265-2274.
76. Rutherford, K.M.D., Langford, F.M., Jack, M.C., Sherwood, L., Lawrence, A.B., Haskell, M.J., 2009. Lameness prevalence and risk factors in organic and non-organic dairy herds in the United Kingdom. *The Veterinary Journal* 180, 95-105.
77. Sogstad, Å.M., Fjeldaas, T., Østerås, O., Forshell, K.P., 2005. Prevalence of claw lesions in Norwegian dairy cattle housed in tie stalls and free stalls. *Preventive Veterinary Medicine* 70, 191-209.
78. Somers, J., O'Grady, L., 2015. Foot lesions in lame cows on 10 dairy farms in Ireland. *Irish Veterinary Journal* 68, 10.
79. Somers, J.G.C.J., Frankena, K., Noordhuizen-Stassen, E.N., Metz, J.H.M., 2005. Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. *Preventive Veterinary Medicine* 71, 11-21.
80. Somers, J.G.C.J., Frankena, K., Noordhuizen-Stassen, E.N., Metz, J.H.M., 2003. Prevalence of Claw Disorders in Dutch Dairy Cows Exposed to Several Floor Systems. *Journal of Dairy Science* 86, 2082-2093.
81. Telezhenko, E., Bergsten, C., Magnusson, M., Nilsson, C., 2009. Effect of different flooring systems on claw conformation of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92, 2625-2633.
82. Tucker, C.B., Weary, D.M., Fraser, D., 2004. Free-Stall Dimensions: Effects on Preference and Stall Usage. *Journal of Dairy Science* 87, 1208-1216.

83. van Amstel, S.R., Shearer, J.K., Palin, F.L., 2004. Moisture Content, Thickness, and Lesions of Sole Horn Associated with thin Soles in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 87, 757-763.
84. van der Linde, C., de Jong, G., Koenen, E.P.C., Eding, H., 2010. Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data. *Journal of Dairy Science* 93, 4883-4891.
85. van der Tol, P.P.J., Metz, J.H.M., Noordhuizen-Stassen, E.N., Back, W., Braam, C.R., Weijs, W.A., 2003. The Vertical Ground Reaction Force and the Pressure Distribution on the Claws of Dairy Cows While Walking on a Flat Substrate. *Journal of Dairy Science* 86, 2875-2883.
86. van der Tol, P.P.J., van der Beek, S.S., Metz, J.H.M., Noordhuizen-Stassen, E.N., Back, W., Braam, C.R., Weijs, W.A., 2004. The Effect of Preventive Trimming on Weight Bearing and Force Balance on the Claws of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 87, 1732-1738.
87. van der Waaij, E.H., Holzhauer, M., Ellen, E., Kamphuis, C., de Jong, G., 2005. Genetic Parameters for Claw Disorders in Dutch Dairy Cattle and Correlations with Conformation Traits. *Journal of Dairy Science* 88, 3672-3678.
88. Vermunt, J.J., 1999. Regular claw trimming for the control of lameness - good or bad? *The Veterinary Journal* 157, 109-110.
89. Vermunt, J.J., Greenough, P.R., 1996. Sole haemorrhages in dairy heifers managed under different underfoot and environmental conditions. *British Veterinary Journal* 152, 57-73.
90. Vokey, F.J., Guard, C.L., Erb, H.N., Galton, D.M., 2001. Effects of Alley and Stall Surfaces on Indices of Claw and Leg Health in Dairy Cattle Housed in a Free-Stall Barn. *Journal of Dairy Science* 84, 2686-2699.
91. Walker, S.L., Smith, R.F., Routly, J.E., Jones, D.N., Morris, M.J., Dobson, H., 2008. Lameness, Activity Time-Budgets, and Estrus Expression in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 91, 4552-4559.
92. Weary, D.M., Tazskun, I., 2000. Hock Lesions and Free-Stall Design. *Journal of Dairy Science* 83, 697-702.
93. Weber, A., Stamer, E., Junge, W., Thaller, G., 2013. Genetic parameters for lameness and claw and leg diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96, 3310-3318.
94. Whay, H.R., Waterman, A.E., Webster, A.J.F., O'Brien, J.K., 1998. The Influence of Lesion Type on the Duration of Hyperalgesia Associated with Hindlimb Lameness in Dairy Cattle. *The Veterinary Journal* 156, 23-29.
95. Zaffino Heyerhoff, J.C., LeBlanc, S.J., DeVries, T.J., Nash, C.G.R., Gibbons, J., Orsel, K., Barkema, H.W., Solano, L., Rushen, J., de Passillé, A.M., Haley, D.B., 2014. Prevalence of and factors associated with hock, knee, and neck injuries on dairy cows in freestall housing in Canada. *Journal of Dairy Science* 97, 173-184.
96. Zahid, U.N., Randhawa, S.S., Hussain, S.A., Randhawa, S.S., Mahajan, V., Dua, K., 2014. Claw lesions Causing Clinical Lameness in Lactating Holstein Frisian Crossbred Cows. *Veterinary Medicine International* 2014, 764689.
97. Zurbrigg, K., Kelton, D., Anderson, N., Millman, S., 2005a. Stall dimensions and the prevalence of lameness, injury, and cleanliness on 317 tie-stall dairy farms in Ontario. *Canadian Veterinary Journal* 46, 902-909.
98. Zurbrigg, K., Kelton, D., Anderson, N., Millman, S., 2005b. Tie-Stall Design and its Relationship to Lameness, Injury, and Cleanliness on 317 Ontario Dairy Farms. *Journal of Dairy Science* 88, 3201-3210.

## 9. Danksagung

Hiermit möchte ich mich herzlich bei allen Personen bedanken, die mir bei der Erstellung und Durchführung der vorgelegten Arbeit geholfen haben.

Herrn Prof. Dr. med. vet. Karl Nuss für die Begleitung und Durchführung der Klauenmessungen an den Betriebsbesuchen, die grosse Hilfsbereitschaft und die vielen Hilfeleistungen sowie für die aufgebrauchte Zeit und Geduld bis zur Fertigstellung dieser Arbeit.

Frau Prof. Dr. med. vet. Gabriela Knubben-Schweizer für die Übernahme des Korreferates.

Herrn Prof. Dr. med. vet. Dr. h. c. Ueli Braun für die Herstellung des Kontaktes zum Zentrum für forensische Haaranalytik Zürich und der zur Verfügung gestellten Arbeiten zur Cortisolanalyse in den Haaren.

Allen Mitarbeitern des Zentrums für forensische Haaranalytik Zürich, insbesondere Dr. Tina Maria Binz für die Durchführung der Cortisolanalyse aus den Haarproben.

Herrn Martin Schönthal und Herrn Ruedi Schlumpf für die grosse Hilfe und den Einsatz bei jedem Betriebsbesuch.

Meiner Partnerin Dr. med. vet. Petra Hug für die sehr grosse Unterstützung, den Zuspruch, und die Hilfe bei technischen Fragen und Problemen, ohne sie wäre es mir nicht möglich gewesen diese Arbeit durchzuführen.

A meis chars genituors per spordscher a mai la pussibilità d'imprender meis manster da sömme e pel grond sustegn sur ils ons oura.

Bei allen Mitarbeitern des Departements für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Zürich, insbesondere bei Dr. med. vet. David Devaux für die Unterstützung und Ausbildung.



## 10. Lebenslauf

Vorname Name	Simon Nogler
Geburtsdatum	14.06.1988
Geburtsort	Chur GR
Nationalität	Schweiz CH
Heimatort	Scuol GR
1995 – 2001	Primarschule in Scuol GR
Juli 2001 – Juni 2007	Gymnasium und Matura, Hochalpines Institut Ftan GR
Juni 2008 – Dezember 2008	Grenadier RS in Isonne TI
September 2008 – August 2014	Studium der Veterinärmedizin, Vetsuisse- Fakultät Universität Zürich
Dezember 2014	Staatsexamen Veterinärmedizin, Vetsuisse- Fakultät Universität Zürich
Mai 2015 – Juni 2019	<b>Anfertigung der Dissertation</b> unter Leitung von Prof. Dr. med. vet. Karl Nuss am Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich Vorsteher Prof. Dr. med. vet. Heiner Bollwein
Januar 2015 – Januar 2016	Internship, Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
Februar 2016 – April 2018	Assistentztierarzt, Abteilung für Nutztierchirurgie, Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
Ab Juni 2018	Assistentztierarzt, Tierarzt Siebnen Dr. med. vet. Tobias Romer